



الجمعية الجغرافية المصرية

جيومورفولوجية منطقة توشكى وامكانيات التنمية



مؤلف: د. محمد عبد الحليم
محرر: د. محمد عبد الحليم

العدد الرابع

١٩٩٩

سلسلة بحوث جغرافية

سلسلة بحوث جغرافية

تهدف هذه السلسلة إلى نشر البحوث الجغرافية الأصيلة التي يقوم بها الجغرافيون المصريون المنخصصون، بهدف تعريف المؤسسات العلمية العالمية والعربية، بالنشاط العلمي الذي تشهده وتتوفر عليه الجمعية الجغرافية المصرية.

وتقوم بحوث هذه " السلسلة " على الدراسات الجغرافية الميدانية، وعلى البحوث التي تهتم بطرح رؤى جديدة في مناهج البحث الجغرافي وأساليبه، كما تعنى بالبحوث النفعية في مختلف مجالات الجغرافيا التطبيقية، وهو ما يتيح للجغرافيين العرب والأجانب الإطلاع على ما نقوم به الجمعية الجغرافية المصرية التي تعد أقدم الجمعيات الجغرافية في العالم العربي، كما تعد رائدة في إجراء البحوث والدراسات الجغرافية الجادة والأصيلة.

وقد تتضمن بحوث هذه " السلسلة " ملخصات مكثفة لرسائل الماجستير والدكتوراه المجازة في الجامعات المصرية والعربية وغيرها.

ويشترط في البحوث التي تنشر ضمن هذه السلسلة مراعاة القواعد التالية :

- تقبل للنشر في هذه السلسلة البحوث التي تتسم بالأصالة وتسهم في تقدم المعرفة الجغرافية.
- يقدم مع البحوث المكتوبة باللغة العربية ملخص (Abstract) باللغة الإنجليزية. كما يقدم مع

ـ استثناء البحوث الممتازة من هذا

في أية جهة أخرى

وم والصور على نحو يسمح بطابعها

ـ سلسلة ويكفي بكتابتها عنوان البحث فقط على رأس

المحكمين من كبار الأساتذة في مجال التخصص، وفي حاله

رسالة البحث إلى محكم ثالث مرجح، وبناء على تقاريرهم يمكن

مسر أو اعادته للناتج لإجراء التعديلات أو التصويبات الضرورية قبل نشره.

ـ تقدم للنشر لا ترد إلى مقدميها سواء نشرت أو لم تنشر.

ـ تتحمل الجمعية جميع تكاليف النشر كما تحتفظ الجمعية بحقوق النشر.

عد نشره، وإذا أراد سحاً إصافه بسدد بمها طبعاً لسعر

اهداءات ٢٠٠٢

الجمعية الجغرافية المصرية

القاهرة

جيوهورفولوجية منطقة

نوشكى

وامكانات التنمية

الدكتور: جودة فتحى التركمانى

كلية الآداب - جامعة القاهرة

١٩٩٩

رقم الايداع بدار الكتب

٩٧/٥١٤١

I.S.B.N. 977/582/00/2

دار طبعة للطاعة ت . ٤٩١٧٢٣٤ - ٤٣٩١٧٧٥

المحتويات

الصفحة	الموضوع
١	المقدمة :
١	أولاً : توشكى : تعريفات عامة.
٣	ثانياً : منطقة الدراسة.
٥	ثالثاً : محتوى البحث.
٧	رابعاً : مشكلات البحث ومنهج.
٣٩-٩	الفصل الأول : الملامح الجيومورفولوجية العامة لمنطقة توشكى.
٩	أولاً : بغية المنطقة.
١٥	ثانياً : تضاريس المنطقة.
١٧	ثالثاً : العمليات الجيومورفولوجية بالمنطقة
١٧	١- التجوية.
٢١	٢- النحت.
٢١	٣- عمليات النقل والإرساب.
٢٦	رابعاً : الأشكال الجيومورفولوجية.
٢٦	١- الأشكال البنائية.
٢٦	أ - الأشكال القبابية.
٢٧	ب - الحافات.
٢٩	٢- الأشكال الناتجة عن النحت.
٢٩	أ - الأودية.
٣٢	ب - الأحواض الصحراوية (البولسون).
٣٥	ج - الجزر الجبلية.
٣٦	د - التلال المعزولة.
٣٦	هـ - السهول وأشباه السهول.

٣٧	٣- أشكال الأرساب.
٣٧	أ - الكتبان والفرشات الرملية.
٣٨	ب - المراوح الفيضية.
٣٩	ج - البلايا.
٦٠-٤١	الفصل الثاني : جيومورفولوجية منخفض توشكى
٤٣	أولاً : منخفض توشكى : المنشآت والبنية.
٤٦	ثانياً : التطور الجيولوجى والبنى لمنخفض توشكى.
٤٨	ثالثاً : الخصائص العامة للمنخفض.
٤٩	رابعاً : الملامح الجيومورفولوجية لمنخفض توشكى.
٩٣-٦١	الفصل الثالث : جيومورفولوجية وادى توشكى.
٦٣	أولاً : بنية وتطور حوض وادى توشكى.
٦٧	ثانياً : الملامح الجيومورفولوجية فى حوض وادى توشكى.
٧٠	ثالثاً : التحليل المورفومتري لشبكة التصريف.
٧٠	١- طول الشبكة.
٧٣	٢- الرتبة والتشعب.
٧٦	٣- العلاقة بين الرتبة والخصائص المورفومترية الأخرى.
٧٦	أ - الرتبة والعدد.
٨٠	ب - الرتبة والطول.
٨١	ج - الرتبة وإنحدار المجرى.
٨٢	٤- الكثافة وتكرار المجرى.
٨٣	٥- شكل الحوض.
٨٥	٦- تضاريس وإنحدار الحوض.
٨٦	٧- القطاعات الطولية للأودية.
٨٧	رابعاً : قناة مغيض توشكى.

١٨٢-٩٣	الفصل الرابع : شرقى منخفض توشكى : تحليل جيومورفولوجى.
٩٥	أولاً: الموقع والخصائص العامة.
٩٧	ثانياً : جيولوجية وطبوغرافية المنطقة.
٩٧	١- جيولوجية المنطقة.
١٠١	٢- طبوغرافية المنطقة.
١٠٦	ثالثاً : الأشكال البنائية.
١٠٦	١- الحافات الجبلية والجزر الجبلية.
١٠٧	٢- الكتل الصدعية.
١٠٩	٣- الأشكال القبابية.
١١٠	٤- البيدمنت.
١١٣	٥- الكويستات.
١٢٢	رابعاً : أشكال النحت.
١٢٢	١- الأودية.
١٢٤	٢- السهول وأشباه السهول.
١٣٢	٣- الأرضفة الصحراوية.
١٤٢	٤- الميسا.
١٤٥	٥- التلال المعزولة.
١٤٦	٦- الiardانج.
١٥٥	٧- عش الغراب.
١٦٤	٨- الموائد الصحراوية.
١٦٤	خامساً : الأشكال الناتجة عن الإرساب.
١٦٥	١- المراوح الفيضية.
١٦٨	٢- البلايا.
١٨٠	٣- الكتبان والحافات الرملية.
٢٠٢-١٨٣	الفصل الخامس : الجيومورفولوجيا وإمكانات التنمية شرقى
	منخفض توشكى.
١٨٥	أولاً: الملامم الجغرافية العامة للمنطقة.

١٨٦	ثانياً : التربة والزراعة.
١٩١	ثالثاً : الجيومورفولوجيا وإنشاء الطرق.
١٩٣	رابعاً : خصائص التربة وإنشاء الطرق.
١٩٥	خامساً : الطبوغرافيا ومسار ترعة جنوب الوادي.
١٩٦	سادساً : المياه كمصدر لتنمية المنطقة.
١٩٨	سابعاً : الجيومورفولوجيا والتنمية العمرانية.
٢٠٣	النتائج
٢٠٧	الملاحق.
٢١٠	قائمة المراجع والمصادر :
٢١٠	أولاً : الفرائط والصور الجوية.
٢١٢	ثانياً : المراجع العربية.
٢١٥	ثالثاً : المراجع غير العربية.

فهرس الخرائط والأشكال البيانية

رقم الشكل	عنوان الشكل	الصفحة
١	موقع قرية توشكى ووادى توشكى.	١
٢	القرى المغمورة فى منطقة توشكى وشرق بحيرة ناصر.	٤
٣	حدود وأقسام منطقة الدراسة.	٥
٤	موقع وإمتداد منطقة توشكى.	١٢
٥	البنية الإقليمية لمنطقة توشكى.	١٤
٦	تضاريس منطقة توشكى.	١٦
٧	الملاح الجيومورفولوجية لمنطقة توشكى.	٢٨
٨	العلاقة بين عدد الأودية وطول الشبكة فى منطقة توشكى مقارنة بمنطقة شرق بحيرة ناصر.	٣١
٩	العلاقة بين مساحة الحوض وطول شبكة التصريف فى منطقة الدراسة مقارنة بمنطقة شرق بحيرة ناصر.	٣٣
١٠	العلاقة بين إنحدار المجرى وإنحدار التضاريس فى منطقتى توشكى وشرق بحيرة ناصر.	٣٤
١١	بنية منخفض توشكى.	٤٥
١٢	الخرطة الكنتورية لمنخفض توشكى.	٥٠
١٣	قطاعان تضاريسان فى منخفض توشكى وفى حوض وادى توشكى.	٥١
١٤	الملاح الجيومورفولوجية لمنخفض توشكى.	٥٣
١٥	العلاقة بين الرتبة والعدد لأودية منخفض توشكى.	٥٨
١٦	الخصائص المورفومترية لأودية منخفض توشكى.	٥٩
١٧	بنية وتطور حوض وادى توشكى.	٦٤
١٨	الملاح الجيومورفولوجية لحوض وادى توشكى.	٦٨
١٩	شبكة تصريف وادى توشكى.	٧١

٢٠	مواقع الأودية الرئيسية المدروسة في منطقتي توشكى وشرق بحيرة ناصر.	٧٢
٢١	التوزيع التكرارى لرتب وتشعب أودية منطقتي توشكى وشرق بحيرة ناصر.	٧٥
٢٢	التحليل المورفومتري لشبكة تصريف وادي توشكى.	٧٧
٢٣	تحليل العلاقة بين الرتبة والعدد للأودية الرئيسية شرق منطقة توشكى.	٧٨
٢٤	العلاقة بين الكثافة وتكرار الأودية في منطقة الدراسة مقارنة بمنطقة شرق بحيرة ناصر.	٨٤
٢٥	القطاعات الطولية لبعض الأودية في شبكة تصريف وادي توشكى.	٨٧
٢٦	موقع وإمتداد قناة مفيض توشكى بين بحيرة ناصر ووادي توشكى ومنخفض توشكى.	٨٨
٢٧	قطاع طولى لقناة مفيض توشكى.	٩١
٢٨	موقع منطقة شرقى منخفض توشكى.	٩٦
٢٩	التكوينات الجيولوجية لمنطقة شرقى منخفض توشكى.	١٠٠
٣٠	الخريطة الكتتورية لمنطقة شرقى منخفض توشكى.	١٠٢
٣١	القطاعات التضاريسية لمنطقة شرقى منخفض توشكى.	١٠٤
٣٢	الخريطة الجيومورفولوجية لمنطقة شرقى منخفض توشكى.	١٠٨
٣٣	مواضع العينات والقياسات الميدانية للظواهرات الجيومورفولوجية للرئيسية شرقى منخفض توشكى.	١٢٠
٣٤	خطوط التصريف المائى في منطقة شرقى منخفض توشكى.	١٢٣
٣٥	الأعمدة الرسوبية للسهول والبلايا في منطقة شرقى منخفض توشكى.	١٢٨
٣٦	التطور النحتى للiardائج وعلاقتها بهبوب الرياح في محطة أشوان (٦٠ - ١٩٧٥).	١٥٢
٣٧	مراحل التطور الجيومورفولوجى لظاهرة عش الغراب في منطقة شرقى منخفض توشكى.	١٦٣

١٦٧	٣٨	العلاقة بين مساحة حوض التصريف ومساحة المروحة الفيضية ومساحة البلايا شرقى منخفض توشكى.
١٧٧	٣٩	نظام الشقوق والمضلعات على أسطح البلايا شرقى منخفض توشكى.
١٨١	٤٠	تأثير العوائق الطبيعية على تكوين الكثبان الطولية فى وسط منخفض توشكى.
١٨٨	٤١	أنواع التربة فى منطقة شرقى منخفض توشكى.
١٩٤	٤٢	الظواهرات الجيومورفولوجية وإمكانات التنمية شرقى منخفض توشكى.
٢٠٠	٤٣	الأراضى المتوقع أستصلاحها شرقى منخفض توشكى.
٢٠١	٤٤	التخطيط المبدئى لترعة جنوب الوادى وزمامات الفروع.

فهرس الجداول

رقم الجدول	عنوان الجدول	الصفحة
١	إرتفاعات ومساحات التضاريس فى منطقة توشكى	١٧
٢	خصائص درجات الحرارة على السطح وتحت التربة فى منطقة الدراسة.	١٩
٣	التقدير الكمى للنحت بالرياح فى منطقة توشكى.	٢٢
٤	معدلات نقل الرمال فى منخفض الخارجة وتطبيقها على منخفض توشكى.	٢٤
٥	تقدير الحمولة السنوية المنقولة عبر الأودية الرئيسية شرق منطقة توشكى.	٢٥
٦	الخصائص المورفومترية للأشكال القبابية بمنطقة توشكى.	٢٧
٧	متوسط أطوال شبكات التصريف ومعدلات تغيرها بمنطقة الدراسة مقارنة بمنطقة شرق بحيرة ناصر.	٣٠
٨	الخصائص المورفومترية للأحواض الصحراوية فى منطقة توشكى.	٣٥
٩	الخصائص المورفومترية للكثبان الرملية فى وسط منطقة توشكى.	٣٨
١٠	مساحة وعمق منخفض توشكى مقارناً بمنخفضات الصحراء الغربية.	٤٩
١١	متوسط الخصائص المورفومترية لأودية منخفض توشكى.	٥٧
١٢	إتجاهات خطوط البنية الجيولوجية فى حوض وادى توشكى.	٦٥
١٣	طول شبكة تصريف وادى توشكى مقارناً بالأودية الرئيسية الأخرى على جانبى بحيرة ناصر.	٧٣
١٤	التوزيع التكرارى لرتب وتشعب أودية منطقة توشكى مقارنة بأودية شرق بحيرة ناصر.	٧٤

٧٩	١٥	معدل تغير أعداد الأودية مع الرتبة لوادى توشكى مقارناً بالأودية الرئيسية على جانبي بحيرة ناصر.
٨١	١٦	العلاقة بين الرتبة والخصائص المورفومترية الأخرى لوادى توشكى.
٩٠	١٧	منسوب المياه فى بحيرة ناصر أثناء فيضان عام ١٩٩٨.
١٠٣	١٨	خصائص إنحدار جوانب شرقى منخفض توشكى.
١٠٧	١٩	أبعاد وإنحدار الحافات الجبلية والجزر الجبلية شرقى منخفض توشكى.
١١١	٢٠	الخصائص المورفومترية للبيدهمنت والبهادا شرقى منخفض توشكى.
١١٢	٢١	المركب الجيومورفولوجى شرقى منخفض توشكى.
١١٤	٢٢	الخصائص المورفومترية للكويستات شرقى منخفض توشكى.
١١٧	٢٣	إتجاهات محاور الكويستات وأثر البنية فى نشأتها شرقى منخفض توشكى.
١١٨	٢٤	زيادة متوسط درجات الحرارة فى التربة بالعمق على المدى اليومى فى محطة الخارجة (٦٤ - ١٩٧٥) على عمق ١٠ سم.
١٢٦	٢٥	الخصائص الجيومورفولوجية لأشباه السهول بمنطقة شرقى منخفض توشكى.
١٢٧	٢٦	التحليل الحجمى لرواسب السهول شرقى منخفض توشكى.
١٣١	٢٧	التحليل الحجمى لرواسب القطاع الرسوبى فى سهول شرقى منخفض توشكى.
١٣٣	٢٨	الخصائص الجيومورفولوجية للأرصفة الصحراوية شرقى منخفض توشكى.
١٣٤	٢٩	نتائج تحليل رواسب الأرصفة الصحراوية شرقى منخفض توشكى (حتى عمق ١٥ سم).
١٣٥	٣٠	الخصائص الحجمية والشكلية لحصى الأرصفة الصحراوية شرقى منخفض توشكى.
١٣٨	٣١	التقييم الكمي لعملية التذرية بالأرصفة الصحراوية شرقى منخفض توشكى.

٣٢	إختلاف نسبة التركيب المعدنى بفعل التجوية الكيميائية لظاهرتى
١٤١	عش الغراب وورنيش الصحراء فى شرقى منخفض توشكى.
٣٣	الخصائص المورفومترية للميسا شرقى منخفض توشكى.
٣٤	أثر العامل الصخرى فى تشكيل ونحت الميسا شرقى منخفض
١٤٤	توشكى.
٣٥	الخصائص المورفومترية للتلال المعزولة شرقى منخفض
١٤٦	توشكى.
٣٦	الخصائص المورفومترية للباردانج شرقى منخفض توشكى.
٣٧	أبعاد وشكل ظاهرة عش الغراب شرقى منخفض توشكى
١٥٦	(بالمتر).
٣٨	الخصائص المورفومترية للمراوح الفيضية شرقى منخفض
١٦٦	توشكى.
٣٩	الخصائص المورفومترية للبلايا ومساحة أحواضها شرقى
١٧٠	منخفض توشكى.
٤٠	نتائج التحليل الحجمى والكيميائى لرواسب البلايا شرقى منخفض
١٧١	توشكى.
٤١	أنواع التربة ومساحاتها شرقى منخفض توشكى.
١٨٩	أثر الظاهرات الجيومورفولوجية وخصائصها فى مد الطرق
٤٢	البرية فى شرقى منخفض توشكى.
١٩٢	المساحات المخطط زراعتها على ترعة جنوب الوادى وعدد
٤٣	المجتمعات الزراعية الواسعة حولها.
١٩٩	

فهرس الصور الفوتوغرافية

الصفحة	الموضوع (البيان)	رقم الصورة
٥٦	التلال المعزولة فى أقصى الطرف الشمالى الشرقى لمنطقة الدراسة.	١
٦٩	الكتبان الرملية فى أعالي روافد الركن الشمالى الغربى لوادى توشكى من النوع الهلالى.	٢
٨٩	المجرى الرئيسى لوادى توشكى قرب بحيرة ناصر.	٣
١٣١	تتابع الطبقات الإرسابية فوق الحجر الطينى بأحدى السهول شرقى منخفض توشكى.	٤
١٥١	إحدى ظاهرات الiardانج تكونت فى صخور طينية (بلايا طينية رقم ١) جنوب حافة سن الكداب.	٥
١٦١	ظاهرة عش الخراب فى حقل رقم (٢) بالجزء الشرقى لمنخفض توشكى.	٦
١٧٨	سطح بلايا رقم (٤) ويلاحظ أن سطح المضلعات أفقى ومستوى، ونظام الشقوق غير متعامد.	٧

المقدمة :

أولاً : توشكى : تعريفات عامة :

تتكون كلمة توشكى من مقطعين أولهما "توشى" أو "توشو" وهو اسم لنوع من الأعشاب الطبية ينمو برياً فى وادى توشكى ولا يوجد فى المواضع الأخرى وهو نبات الغبيرة Ambrosia أما المقطع الثانى من الكلمة وهو "كى" أو "كه" أو "كا" فمعناها فى اللهجة النوبية المكان أو الدار أو الموطن، ولذا فإن كلمة توشكى معناها موطن نبات الغبيرة (دهب، ١٩٧٧، ص ٥) هذا مع العلم من أنه يوجد نبات الغبيرة فى مناطق عديدة من صحراء مصر الغربية خاصة فى المنخفضات التى تتضمنها محافظة الوادى الجديد.

وثمة تفسير آخر لكلمة توشكى يشيع بين النوبيين من سكان المنطقة قبل تهجيرهم ومفاده أن كلمة توشكى تتكون من مقطعين، المقطع الأول هو "تو" بمعنى ولد، أما المقطع الثانى وهو "شكى" فهو بمعنى الشجاع، ثم حرفت الياء فى النطق إلى ألف وأصبحت تنطق "شكى" وتعنى هذه الكلمة أن أهالى سكان المنطقة قبل التهجير كانوا يتميزون بالشجاعة.

ويطلق اسم توشكى على عدد من الظواهر الجغرافية الطبيعية منها والبشرية. فهو يطلق على ظاهرتين جغرافيتين طبيعيتين هما وادى توشكى غرب، ووادى توشكى شرق، وقد غمرتهما مياه بحيرة ناصر غمراً جزئياً عند مخرج الواديين الذين يقعان غرب وشرق نهر النيل كما فى شكل (١) . وتتمثل الظاهرة الطبيعية الأخرى فيما يعرف بمنخفض توشكى Tushka Depression والذى يقع فيما بين وادى النيل من جهة وجنوب منخفض الخارجة من جهة أخرى بالصحراء الغربية وتربو مساحته على ١٣٠٠٠ كيلومتر مربع. وهذا المنخفض يعتبر منخفضاً مركباً حيث يتضمن أربعة منخفضات ثانوية يطلق عليها منخفض توشكى (١) ، توشكى (٢) ، توشكى (٣) ، توشكى (٤) بالإضافة إلى حوض كريم الذى يمثل منطقة منخفضة أيضاً فى جنوبه الغربى وكلها تمثل مواضع متصلة جزئياً وتصلها حافات أخفض منسوباً من الحواف المحددة لمنخفض توشكى والواقعة على خط كنتور ٢٠٠ متر

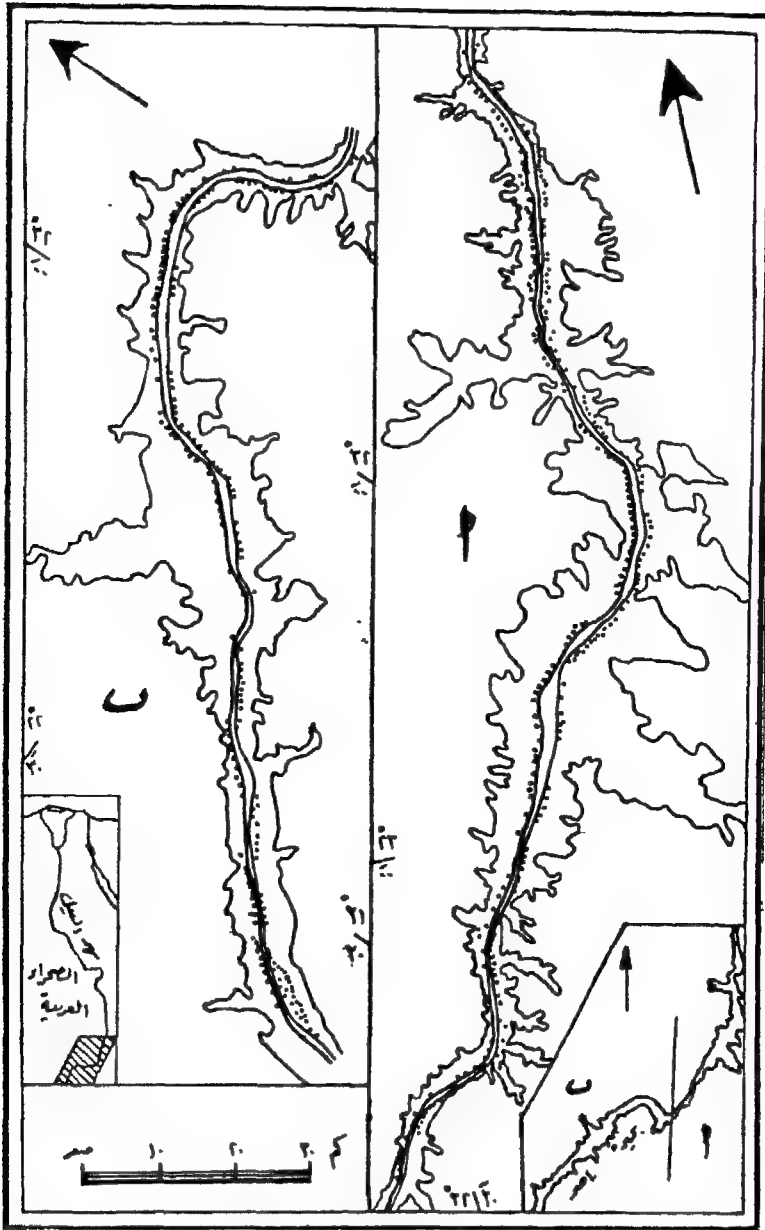
طول ٣١° ٥٣' ٣١" شرقاً وقرية توشكى غرب والتي كانت تقع على خط عرض ٢٩° ٢٩' ٣٨" شمالاً وعلى خط طول ٥١° ٥١' ٣١" شرقاً كما فى شكل (١) وقد غمرتهما مياه بحيرة ناصر بعد إتمام بناء السد العالى وكان يقطنهما الكنوز من النوبيين، وقد تم إنشاء بديلاً لهما قريتا : توشكى غرب وتوشكى شرق على غرار ما حدث لكل القرى النوبية على حواشى سهل كوم إمبو وهما موجودتان الآن بنفس الاسم. وقد بلغ عدد النجوع التى غمرت فى منطقة توشكى ٢٠٢ نجعاً غرب بحيرة ناصر فيما بين الحدود المصرية السودانية وخط عرض ٢٤° شمالاً بينما فى شرق بحيرة ناصر بلغ عددها ٢٨٩ نجعاً كما فى شكل (٢).

ثانياً : منطقة الدراسة :

تشمل منطقة الدراسة التى عنى هذا البحث بتحليل سماتها وخصائصها الجيومورفولوجية منطقة واسعة والتي أطلق عليها بعض الجيولوجيين اسم منطقة حوض توشكى Tushka Basin Area على الرغم من أن كلمة حوض لا تمثل اسماً على مسمى، إذ لا يوجد منخفض بالمعنى الجغرافى المعروف ولكنها منطقة حددها الشاذلى وآخرون بأنها تمتد من بئر كركر شمالاً حتى بئر كريم ونخلى وتخليس جنوباً، وإنها تمتد بين خطى عرض ٢٢° - ٢٤° شمالاً، كما تمتد بين خطى طول ٣٠° ٢٩' شرقاً حتى بحيرة ناصر عند ٣٣° شرقاً تقريباً وتبلغ مساحتها على ضوء القياسات التى أجراها الباحث على اساس ان حدود هذه المنطقة حدود فلكية بالدرجة الأولى ٢٨٩.٠٣ كم^٢ (١) شكل (٣) ، ويقع فى منتصفها تقريباً منخفض توشكى ويقع فى جنوبها الشرقى وادى توشكى (غرب). وقد وجد أنه يمكن أن يطلق على هذه المنطقة بهذه الأبعاد اسم منطقة توشكى وهو الاسم الذى إستقر عليه الباحث فى هذه الدراسة والتي تتضمن أيضاً كل من منخفض توشكى وحوض وادى توشكى.

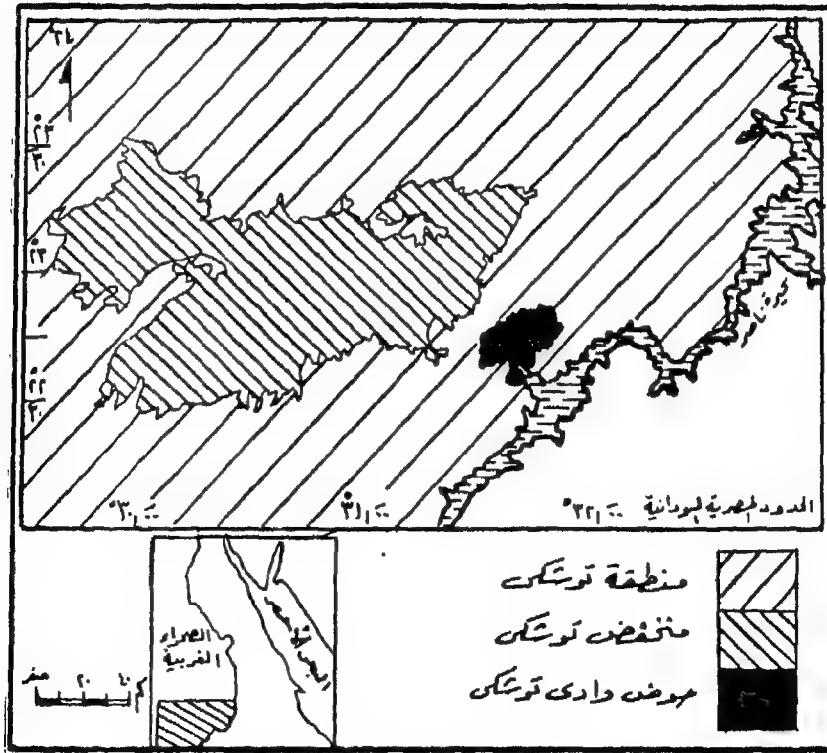
وسوف تنصب دراستنا هذه على منطقة توشكى بشكل عام ثم منخفض توشكى، وكل من حوض ووادى توشكى كما فى شكل (٣) بينما فى الدراسة التفصيلية سوف يركز الباحث فى دراسته على شرقى منخفض توشكى.

(١) وردت فى دراسة الشاذلى وآخرون (El-Shazly et al., 1977, P 32) ان مساحة منطقة توشكى ٨٠٠٠٠ كم^٢ وهو رقم مبالغ فيه.



المصدر : Survey of Egypt From 1940 to 1947, sheets, Scale 1:100 000

شكل (٢) : القرى المغمورة في منطقة توشكى وشرق بحيرة ناصر.



شكل (٣) : حدود وأقسام منطقة الدراسة.

ثالثاً : محتوى البحث :

تتضمن هذه الدراسة مقدمة ثم دراسة تفصيلية للأقسام والمناطق المختلفة التي تتضمنها المنطقة، نعتها بنتائج الدراسة وقائمة بالمراجع والمصادر التي إعتد عليها الباحث في إتمام الدراسة.

وقد تضمن الفصل الأول الملامح الجيومورفولوجية لمنطقة توشكى ككل من حيث البنية وما طرأ على المنطقة من تغيرات بنائية وتضاريس المنطقة، ثم العمليات الجيومورفولوجية الرئيسية التي تحدث - أو حدثت - بالمنطقة مثل عمليات التجوية وعمليات النحت وعمليات النقل والإرساب وذلك على المستوى الإقليمي للمنطقة. كما يتناول هذا الفصل الأشكال الجيومورفولوجية الرئيسية بالمنطقة حسب

النشأة ممثلة فى الأشكال البنائية وفى أشكال النحت والإرساب والتي ساهمت العمليات الجيومورفولوجية السابق ذكرها فى نشأتها.

أما فى الفصل الثانى فيختص بدراسة جيومورفولوجية منخفض توشكى سواء بنية ونشأة المنخفض، أو التطور الجيولوجى والبنىوى للمنخفض، ثم دراسة خصائصه الجغرافية العامة، والملاحم المورفولوجية المميزة لسطح المنخفض.

ويتناول الفصل الثالث جيومورفولوجية وادى توشكى من حيث بنية وتطور حوض الوادى، وأهم الملاحم الجيومورفولوجية الموجودة بحوض الوادى، والتحليل المورفومتري لشبكة التصريف، والخصائص التضاريسية للحوض، والقطاعات الطولية للأودية الرئيسية بالحوض، بحيث يتم مقارنة وادى توشكى بأودية المنطقة من جهة وبنظيرتها شرق بحيرة ناصر من جهة أخرى، ثم دراسة قناة مفيض توشكى والدور الذى تلعبه بين بحيرة ناصر ومنخفض توشكى.

ويركز الفصل الرابع على التحليل الجيومورفولوجى لمنطقة شرقى منخفض توشكى حيث يتناول خصائصها العامة وجيولوجية وطبوغرافية المنطقة لما لهما من دلالة وتأثير على الظاهرات وعلى العمليات الجيومورفولوجية، ثم دراسة الأشكال البنائية وأشكال النحت وأشكال الإرساب بحيث يتم دراسة كل ظاهرة بالتفصيل من حيث نشأتها والعوامل والعمليات الجيومورفولوجية التى تؤثر على نشأة وتشكيل الظاهرة - وليست على المنطقة كما سبق فى الفصل الأول - ثم مراحل التطور الجيومورفولوجى التى تمر بها كل ظاهرة قدر المستطاع.

ويهتم الفصل الخامس والأخير بدراسة تأثير الجيومورفولوجيا على عناصر وجوانب التنمية بمنطقة الدراسة سواء التنمية الزراعية أو إنشاء الطرق وحفر ترعة جنوب الوادى ومدى كفاية المياه التى سيتم تدبيرها لعملية تنمية المنطقة، والمجتمعات العمرانية الزراعية المتوقع ظهورها وإنشاؤها ومدى إستفادة هذه المجتمعات فى عملية تأسيس مراكز العمران من المواد المتاحة فى البيئة. وأخيراً نختم هذه الدراسة بالنتائج والملاحق وقائمة لأهم المصادر والمراجع.

رابعاً : مشكلات البحث ومنهج :

هناك عدة مشكلات فى منطقة الدراسة والتي يمكن أن نصيغها فى عدة تساؤلات هى :

- ١- هل يمكن أن تنقسم المنطقة إلى وحدات أو أقسام ؟ وهل يختلف كل قسم عن الآخر، وماهى خصائص المنطقة ؟
- ٢- ماهى العمليات الجيومورفولوجية المؤثرة فى المنطقة ؟ وماهى أهم الظواهر التى تنتج عن هذه العمليات ؟ وما خصائص كل ظاهرة ؟
- ٣- هل تخضع بعض الظواهر لعمليات تطور جيومورفولوجى ؟
- ٤- هل تساعد خصائص الظواهر الجيومورفولوجية على تنمية المنطقة أو جزء منها ؟ وهل هناك أخطار جيومورفولوجية يمكن أن تحدث بالمنطقة أم أنها قليلة التأثير وضعيفة التأثير فى عملية التنمية وأن الظروف الطبيعية خاصة الجيومورفولوجية تساعد على التنمية ؟ وماهى أهم المناطق المتاحة للتنمية ؟ وما أهم الجوانب التى يمكن أن تشملها عملية التنمية ومدى الاستفادة من الظواهر فى عملية التنمية بالمنطقة ؟

المنهج :

للإجابة على التساؤلات السابقة ومحاولة تفسير الخصائص والنشأة والعمليات والمراحل الجيومورفولوجية إتبع الباحث المنهج الإقليمى وهو أنسب المناهج لدراسة ظواهر عديدة فى منطقة محددة. ويهدف هذا المنهج إلى تمييز للظواهر الموجودة بالمنطقة، وتوزيعها مكانياً على أجزاء المنطقة، ثم دراسة خصائص كل شكل، ونشأته، والعوامل المؤثرة أو التى ساعدت على نشأته، والتطرق إلى مراحل التطور إذا كانت للظاهرة مراحل جيومورفولوجية تطورية تخضع لها أو يمكن تمييزها. وقد تم معالجة كل ظاهرة من حيث الشكل Form وخصائصه، ثم العملية Process وذلك من خلال مجموعة العوامل المتحكممة أو المساعدة فى نشأتها، ثم تميز المراحل الجيومورفولوجية Stages لبعض الظواهر التى يظهر بها التفاوت فى الخصائص والتى تفسر من خلالها تلك المراحل التطورية.

الأساليب المستخدمة :

فى محاولة لإتباع المنهج السابق أستخدم الباحث الأسلوب الوصفى وذلك لوصف الظاهرة وعلاقتها بالمحيط المجاور، ومحاولة تفسير العوامل التى ساعدت على نشأتها، كما أتبع الباحث أيضاً الأسلوب المقارن فى معالجة ودراسة حوض وادى توشكى.

وقد أستخدم الباحث إلى جانب ذلك أيضاً الأسلوب الكمى لدراسة المساحات والأبعاد الخاصة بكل ظاهرة وإنحداراتها، وأستخدم الأسلوب التحليلى سواء فى تحليل العلاقات المورفومترية فيما بينها وبعضها البعض أو تحليل عينات الرواسب معملياً من حيث الحجم والخصائص الكيميائية، كما أستخدم أساليب حديثة وهى التحليل بالأشعة السينية X-rays لتفسير بعض العمليات الجيومورفولوجية.

الفصل الأول

الملاحم الجيومورفولوجية العامة لمنطقة نوشكى

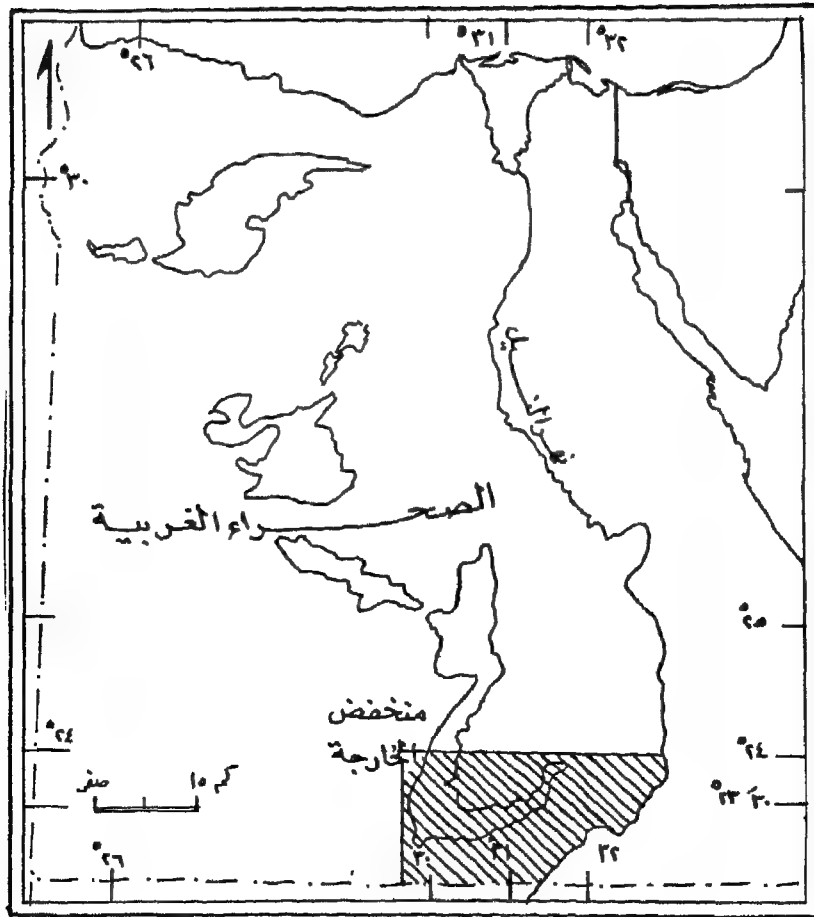
اللام الجيومورفولوجية العامة لمنطقة توشكى

تقع منطقة توشكى فى الركن الجنوبى الغربى للصحراء الغربية فى مصر، وتمتد فيما بين بحيرة ناصر شرقاً وخط كنتور ٢٠٠ متر تقريباً فى الركن الغربى لها والذي يمثل إمتداد لنفس المنسوب جنوب غرب منخفض الخارجة، ولذلك يبلغ الأمتداد من الغرب إلى الشرق ٢٧٣ كيلومتراً، ولما كان الإمتداد الفلكى لمنطقة توشكى فيما بين خطى عرض ٢٢° - ٢٤° شمالاً فإن هذا الإمتداد فى هيئة مستقيمة من الجنوب إلى الشمال حتى خط عرض إسوان قد بلغ ٢٢٢ كيلومتراً كما فى شكل (٤). وتتميز هذه المنطقة بخصائص بنائية، وبسمات فى العمليات الجيومورفولوجية السائدة بها، ويظاهرات وأشكال جيومورفولوجية والتي يمكن عرض كل منها على الوجه الآتى :

أولاً : بنية المنطقة :

تتميز المنطقة بوجود العديد من الصور البنائية ممثلة فى الصدوع والطيات والفوالق والكسور والقواطع الناتجة عن الطفوح البازلتية. وتظهر الصدوع وقد قطعت المنطقة بدرجة كبيرة، وتأخذ هذه الصدوع إتجاهات رئيسية عديدة، والإتجاه الأول هو من الشرق إلى الغرب حيث يوجد فى هذا المحور سلسلة من الحافات والأحواض التى تأخذ هيئة الأخاديد Grabens، ويمثل هذا الإتجاه إتجهاً تكتونياً رئيسياً، ويرجع ذلك إلى حدوث حركة تجديد لتكوينات عصر ما قبل الكمبرى فى منطقة توشكى (Riad et al., 1987, P. 123) ، وعامة فإن هذا الإتجاه لمحاور الصدوع من الشرق إلى الغرب تعرف بأنها من نوع بحر تنس.

ويأخذ الإتجاه الثانى لمحاور الصدوع بمنطقة الدراسة إمتداداً من شمال الشمال الشرقى إلى جنوب الجنوب الغربى بحيث تمتد فيما بين ٥٥° - ٢٥° شرقاً والتي يشير البعض إلى أنها من نوع النظام الأريتري للصدوع والتي نتجت أساساً بفعل الحركة



شکل (۴) : موقع و امتداد منطقه توشکی.

الألبية التي تمت في الزمن الثالث والتي صاحبها تكون البحر الأحمر وحدث الإخدود الإفريقي (Elshazly et al., 1977, P. 38) وإن كانت الصدوع الممتدة بمحور شمال ١٥° شرق ترجع إلى نظام صدوع خليج العقبة (Riad et al., 1987, P. 139) ويشير الشاذلي وآخرون إلى أن الأشكال البنائية الخطية التي تأخذ محوراً شمالياً شرقياً قد تطورت على ظواهر صخور القاعدة الأساسية في المنطقة خاصة في شمالها الشرقي وتتضمن الأشكال البنائية الصدوع والتي تظهر بشكل واضح في

جبل أم شاغر (El-Shazly et al., 1977, P. 38) بينما ترجع الصدوع الممتدة بمحور شمال ٥٥ شرق إلى نظام الأكواس السورية.

أما الإتجاه الثالث الرئيسى للصدوع فيكون بمحور شمالى - جنوبى (Geofizika, 1966, P. 37) ويظهر هذا الاتجاه من اتجاهات الصدوع بوضوح فى الحافة الجنوبية لهضبة سن الكداب، خاصة حول واحة دنقل فى الركن الشمالى الشرقى لمنطقة الدراسة، بالإضافة إلى وجوده جنوب غرب حافة كسيبة (El-Shazly et al., 1977, P. 37) فى أقصى الركن الجنوبى الغربى لمنطقة الدراسة.

وتمثل الطيات Folds النوع الثانى من أنواع البنية الجيولوجية المميزة لمنطقة الدراسة، وهذه الطيات نوعان، النوع الأول منها قد نتج عن تأثير الصخور الأركية ومحاور اتجاهها، ويكون محور هذه الطيات شمالياً - جنوبياً بشكل عام، أما النوع الثانى للطيات فنجدته قد إنطبع على الصخور الرسوبية ويكون محور هذه الطيات إما شمالياً شرقياً - جنوبياً غربياً والتي تفسر من خلالها البنية القبابية والحوضية التى توجد جنوب وجنوب غرب منطقة توشكى، أو يكون محور الطيات شرقياً - غربياً، وهذه الطيات الأخيرة تكون أحدث من الطيات السابقة ذات الاتجاه الشمالى - الجنوبى، وهى توجد على طول محور حافة سن الكداب (Ibid., P. 43) ولذلك تتوزع هذه الطيات فى منطقة الدراسة فى جنوب شرق جبل السحاب الواقع فى الركن الشمالى الشرقى لمنطقة الدراسة حيث أن نظام الطيات هناك بمحور شرقى - غربى (El-Shazly et al., 1977, P. 46) كما توجد أيضاً فى الركن الشمالى والشمالى الغربى للمنطقة، وتظهر أيضاً فى جنوب الواحات الخارجة (عزت، ١٩٧٤، ص ٩).

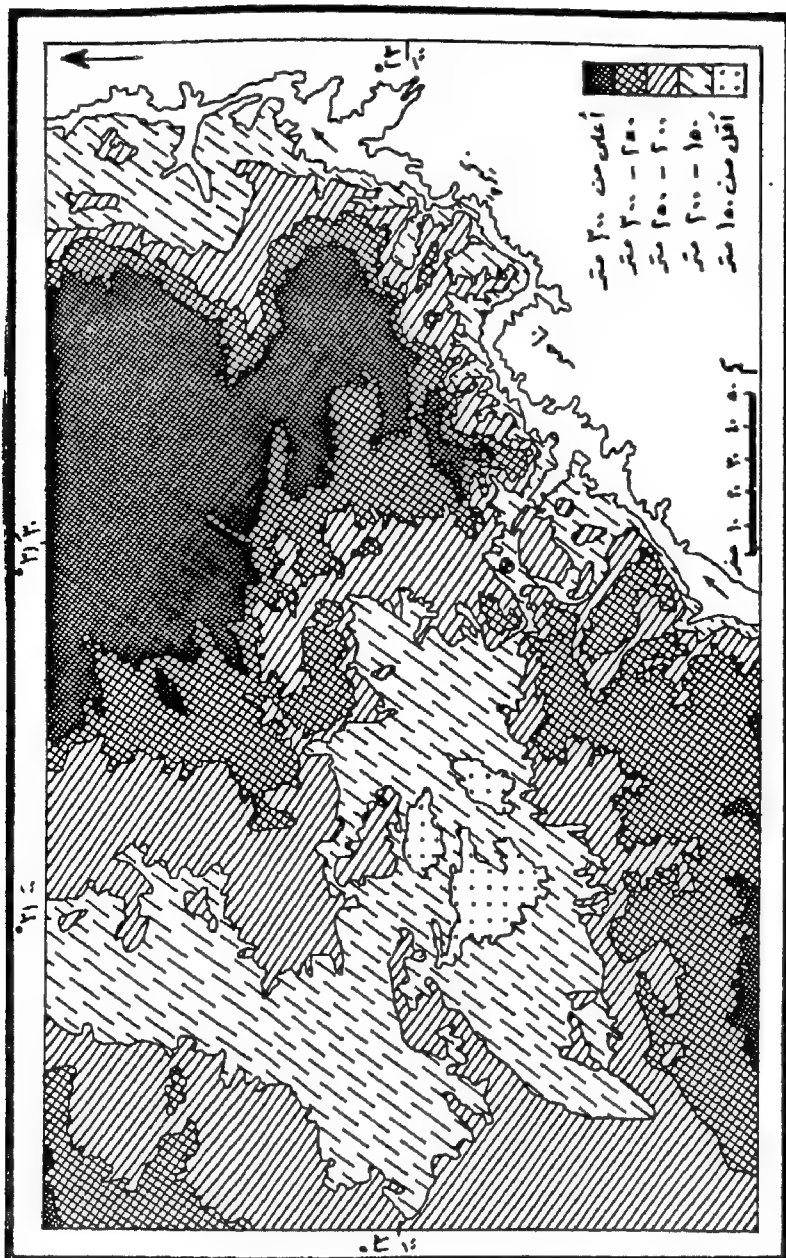
ويوجد محوران أساسيان للبنية الإقليمية تأثرت بهما المنطقة، ويعرف المحور الأول بأنه تركيب نخلاى - إسوان والذى نتج عن حدوث حركة رفع إقليمية لهذه المنطقة الواقعة شرق منطقة توشكى كما فى شكل (٥) ويمتد مظهر الارتفاع بمحور شمالى شرقى - جنوبى غربى باتجاه شمال ٤٤° شرق بشكل يوازى نهر النيل فى هذه المنطقة.

أظهرتها صور الأقمار الصناعية (El-Shazly et al., 1977) هذا بالإضافة إلى وجود القواطع Dykes بمحور شمالي شرقي - جنوبي غربي، وذلك في الجزء الشرقي لمنطقة توشكى والتي غالباً ما يكون محور اتجاهها شمال ٥٦٠ شرق. ويلاحظ أن هذه الأشكال البنائية من صدوع وطيات وغيرهما قد أسهمت جميعها في تشكيل العمليات الجيومورفولوجية لمعالم سطح الأرض بمنطقة الدراسة، بحيث سهلت لعوامل النحت المختلفة سواء العامل الهوائي أو العامل الفيضي نحت سطح الأرض وتشكيل ظاهرات مختلفة سوف تأتي دراستها فيما بعد.

ثانياً : تضاريس المنطقة :

تتميز تضاريس منطقة توشكى بالتباين الواضح حيث تضم تضاريساً منخفضة وأخرى هضبية وجبلية، وحسب التقسيم الذي ذكره كوجلر وآخرون (Kugler et al., 1978, P. 251) للارتفاعات فإن المناطق التضاريسية يمكن أن تنقسم إلى ثلاث مجموعات تضاريسية رئيسية بمنطقة الدراسة. وتتميز المجموعة الأولى بسيادة التضاريس المنخفضة Low land وهي التي يقل إرتفاعها عن ١٥٠ متراً. وهذا المنسوب من تضاريس المنطقة لا يمثل سوى ١٠٢٠ كم^٢ من مساحة منطقة توشكى ولذا فإن التضاريس المنخفضة لاتزيد عن ٢,١٪ من جملة مساحة المنطقة البالغ مساحتها ٤٨٩٠٣ كم^٢ كما سبق الذكر، وتتركز هذه المناطق المنخفضة في وسط المنطقة على وجه الخصوص كما في شكل (٦).

ويلي هذا المنسوب بالارتفاع إلى أعلى - حسب التقسيم السابق - المجموعة التضاريسية الثانية وهي التضاريس المعتدلة Moderate relief والتي يتراوح منسوب السطح بها ما بين ١٥٠ و ٣٠٠ متر، وتبلغ جملة مساحة هذا المستوى من مستويات التضاريس ٧٧,٦٣٪ من جملة مساحة منطقة توشكى كما في جدول (١) منها مستوى تضاريس يقع منسوبه بين ١٥٠ - ٢٠٠ متر يدخل في فئة التضاريس المتوسطة الأقل تقطعاً Less dissected وتبلغ مساحتها ١٣٤٩٢ كم^٢ وتمثل نسبة قدرها ٢٧,٥٨٪ من جملة مساحة منطقة توشكى بينما تبلغ مساحة التضاريس المتوسطة الأكثر تقطعاً More dissected حوالى ٢٤٤٧٥ كم^٢ وتمثل ٥٠٪ من جملة مساحة منطقة توشكى تقريباً وهذا له علاقة بالحافات والجزر الجبلية والتي يتراوح منسوب تضاريسها بين ٢٠٠ - ٣٠٠ متر.



المصدر: تم رسمها من لمرمات السد العالي، أبو سمبل، بير مركا، أرنطان، الكلبين، بيركسية، بيركريم (١: ١: ١٥٠٠٠٠) (١: ١: ١٥٠٠٠٠)

شكل (٦) : تضاريس منطقة توشكى.

أما المجموعة التضاريسية الثالثة فهي التضاريس الجبلية الأقل تقطعاً والتي يزيد منسوبها عن ٣٠٠ متر، وتبلغ مساحة هذه المجموعة ٩٩١٦ كم^٢ وتمثل نسبة قدرها ٢٠,٢٧٪ من جملة مساحة منطقة توشكى وتتركز أساساً بمساحة صغيرة فى أقصى الجنوب وبمساحة أكبر فى شمال وشمال شرق المنطقة حيث تقف هضبة سن الكداب والتي تمثل الهضبة الواقعة بين وادى النيل ومنخفض الخارجة كما فى شكل (٦).

جدول (١) : ارتفاعات ومساحات التضاريس فى منطقة توشكى.

الارتفاع فوق سطح البحر	أقل من ١٥٠ متر	١٥٠ - ٢٥٠ متر	٢٥٠ - ٢٥٠ متر	٢٥٠ - ٣٠٠ متر	أكثر من ٣٠٠ متر	المجموع
المساحة كم ^٢	١٠٢٠	١٣٤٩٢	١٥٥٠٦	٨٩٦٩	٩٩١٦	٤٨٩٠٣
٪ من جملة المساحة	٢,١	٢٧,٥٨	٣١,٧١	١٨,٣٤	٢٠,٢٧	٪١٠٠
نوعية التضاريس	تضاريس منخفضة	أقل تقطعاً	تضاريس متوسطة الارتفاع		أكثر تقطعاً	تضاريس جبلية

* فئات الارتفاع عن Kugler et al., 1978 والقياس من حساب الباحث.

ثالثاً : العمليات الجيومورفولوجية بالمنطقة :

تتأثر منطقة الدراسة بعمليات جيومورفولوجية عديدة تحدث بها، وتشمل كل من عملية التجوية، وعملية النحت، وعمليات النقل والإرساب، ويمكن التعرف على خصائص كل عملية منها ونشاطها ودرجة تأثيرها على سطح المنطقة.

(١) التجوية :

تحدث عملية التجوية بمنطقة الدراسة بشقيها الميكانيكى والكيميائى بأرجاء المنطقة ويمكن ملاحظة أثارها على أشكال السطح. فالتجوية الميكانيكية الناتجة عن التمدد والانكماش تتأثر بالتغير الشديد فى معدلات الحرارة اليومية والشهرية والفصلية والذي يعمل على تفكك الرواسب من الصخور الأصلية حيث يؤدى تعاقب عمليات التبريد والتسخين إلى تجوية موضعية وتفككها.

فدرجة الحرارة في يناير في إسوان تبلغ $23,5^{\circ}$ مئوية كأعلى درجة حرارة نهاراً وتتنخفض إلى ثلث هذه القيمة أيضاً أثناء الليل، كما أن درجة الحرارة في شهر يولية والذى يمثل فصل الصيف تبلغ أدنى درجة لها $24,8^{\circ}$ مئوية في حين ترتفع أعلى درجة في نفس الشهر إلى $41,1^{\circ}$ مئوية وذلك خلال الفترة (٦٠ - ١٩٧٥) ولذا فإن أدنى درجة حرارة صيفاً تبلغ ثلثي أعلى درجة حرارة في نفس الفصل كما في جدول (٢) وهذا يساعد على حدوث التمدد والانكماش وتفكك الصخور.

ولا يقتصر التأثير الحرارى على عملية التمدد والانكماش على السطح فقط بل يمتد تأثيره تحت السطح. فقد سجلت درجة الحرارة تحت السطح وعلى عمق ٥ سم في محطة الخارجة ووجد أن أعلى درجة حرارة في هذا العمق خلال شهر يناير $30,8^{\circ}$ مئوية وأن أدنى درجة حرارة خلال نفس الشهر تبلغ $5,2^{\circ}$ مئوية، ولذا فإنها تقل إلى $1/6$ القيمة مما يزيد من عملية التمدد والانكماش حتى في فصل الشتاء، كما تبلغ أدنى درجة حرارة تحت السطح خلال شهر يولية $0,48^{\circ}$ م مقارنة بأعلى قيمة خلال نفس الشهر ويساعد ذلك أيضاً على نشاط عملية التمدد والانكماش وحدث التجوية الميكانيكية، ويشير بلوم (Bloom, 1979, P. 109) إلى أنه يتم تسخين الصخور بفعل الشمس في البيئة الصحراوية أو الجبلية التي تكون صخورها ذو لون قاتم لدرجة تصل إلى 50° مئوية كل يوم ويبرد ليلاً فيحدث التمدد والانكماش الحرارى.

وإذا كان البعض يرى بأن التأثير الوحيد الذى يحتمل حدوثه نتيجة للتمدد الحرارى هو حدوث تشققات بالصخور (يوسف، ١٩٨٧، ص ٧٦) فإن هذه الشقوق تصبح مواضع ضعف تسهل للرياح والمياه عملهما في النحت، وقد تحدث عمليات تقشر للأجزاء العليا للصخور خاصة الصخور الجرانيتية والتي تنتشر بكثرة في شرق منطقة الدراسة.

أما تجوية الصقيع Frost Weathering وإن كانت شائعة الحدوث في الصحارى إلا أن أثرها لم يسجل في منطقة الدراسة، وذلك نظراً لقلة حدوث الصقيع بالمنطقة، حيث يقل عدد مرات حدوثه في السنة الواحدة، حيث بلغ عدد مرات انخفاض درجة الحرارة عن الدرجة الواحدة في الفترة (١٩٢٨ - ١٩٧٥) في محطة الخارجة خمس مرات فقط حيث انخفضت درجة الحرارة إلى $0,6^{\circ}$ و $1,3^{\circ}$ و $1,2^{\circ}$ مئوية في الأعوام ١٩٥٦، ١٩٢٨، ١٩٤١ على التوالي، كما انخفضت أيضاً الحرارة إلى الصفر المئوى في عامي ١٩٧٣، ١٩٧٥.

جدول (٢) : خصائص درجات الحرارة على السطح وتحت التربة في منطقة الدراسة

المحطة	الخارجية		إسوان		الخارجية
الشهر	الحرارة على عمق ٥ سم		الحرارة على السطح		معدل التبخر بالمليمتر
	١٩٦٤ - ١٩٧٥		١٩٦٠ - ١٩٧٥		١٩٣١ - ١٩٧٥
	الأعلى	الأدنى	الأعلى	الأدنى	
يناير	٣٠,٨	٥,٢	٢٣,٥	٨,١	٧,٨
فبراير	٣٨,١	٥,٦	٢٦,٢	٩,٦	٩,٨
مارس	٤٥,٣	٩,٩	٣٠,٥	١٣	١٣,٥
إبريل	٥٠,٥	١٢	٣٥,٣	١٧,٩	١٨,٣
مايو	٥١,٧	١٨	٣٨,٧	٢١,٤	٢٢,٤
يونية	٥٤,٧	٢٣	٤١,٨	٢٤,٣	٢٤,٧
يولية	٥٢,٧	٢٥,٣	٤١,١	٢٤,٨	٢٢,٨
أغسطس	٥٢	٢٥	٤١	٢٤,٨	٢١,٥
سبتمبر	٥٠,٤	٢٢	٣٩,٥	٢٢,٦	٢٠
أكتوبر	٤٨,٣	١٦,٧	٣٦,٤	١٩,٦	١٦,١
نوفمبر	٤٠,٣	٩,٣	٢٩,٨	١٤,٦	١١,١
ديسمبر	٣٤	٥,٥	٢٥	٩,٦	٧,٩

المصدر : Meteorological Authority, 1975 .

ويظهر أثر التجوية الميكانيكية خاصة على طفوح البازلت التي تأخذ هيئة فرشاة تغطي أسطح المنطقة حول بئر كريم وبئر الشب جنوب غرب منطقة الدراسة كما تظهر في شرق منطقة توشكى وتبدو وقد تقطعت إلى أجزاء بفعل التجوية . كما أن سطح مضبة سن الكداب وأسطح الجزر الجبلية قد تقطعت إلى أجزاء صخرية متفاوتة الأحجام بفعل التجوية الميكانيكية، كما تحدث العملية للصخور الجرانيتية التي يتفكك سطحها بسبب التمدد والانكماش في مناطق الأشعة المركزة (Geofizika , 1966, P. 30).

ونتيجة ارتفاع الحرارة خاصة فى فصل الصيف يشتد التبخر ويزداد معدله فى فصل الصيف ليصل إلى ٢٤,٧ ملليمتر مقارنة بفصل الشتاء الذى يقل به المعدل إلى ٧,٨ ملليمتر وينتج عن ذلك تبخر كميات المياه فى المواضع الرطبة نسبياً حول مواضع الآبار السطحية فتظهر القشور الملحية كما هو الحال حول بئر الشب وبئر مر وغيرهما كثير ويصل سمك هذه القشور ٢٠ سم (El-Shazly et al., 1977, P. 58).

اما التجوية الكيميائية فهى تحدث فى وجود وسط مائى، وحيث أن المنطقة تتميز بقلّة الرطوبة فإن عملية التجوية الكيميائية بها تكون ضعيفة، حيث أن كمية التساقط فى اسوان ٠,٧ ملليمتر، وأن الرطوبة النسبية أيضاً لا تزيد عن ٣٧ ٪ كأكبر قيمة فى السنة وذلك فى شهر ديسمبر، ولايزيد التساقط فى الخارجة عن ٠,٤ ملليمتر وهذا يعكس قلة معدل التحلل الذى يحدث للصخور وبالتالي سيادة نشاط التجوية الميكانيكية نسبياً عن التجوية الكيميائية فى الفترات الحديثة بمنطقة الدراسة.

وبالرغم من ضعف عمليات التجوية الكيميائية بمنطقة الدراسة فى الآونة الحديثة فإنه قد أشار للمرداش (El-Demerdash, 1978, P. 390) إلى حدوث تجوية كيميائية فى منطقة توشكى خاصة الجزء الشرقى لها والتي أدت فى النهاية إلى تكون أشباه السهول. ومن المؤكد أن أثرها فى عصر البليستوسين كان أكثر وضوحاً والذى ترك أثراً واضحاً على السطح. فقد أدى المطر البليستوسينى إلى تكوين رواسب التufa الجيرية والتي يصل سمكها إلى حوالى ١٥ متراً فوق قاع وادى توشكى ووادى كركر الموجود فوق هضبة سن الكداب، كما توجد نفس التكوينات عبر المعسلات والتي خلفت فى شكل حوائط خاصة فى الجزء الأدنى لوادى كركر فى منطقة مساكن اليوم (Ibid., P. 391) كما يشير غلاب والجوهري (١٩٦٨، ص ١٢٨-١٣١) إلى أن أمطار عصر البليستوسين قد أسهمت فى تكوين التufa الجيرية فى شرق منخفض الخارجة فى الدور المطير الأول وفى بدأ سقوط المطر فى الفترة الثانية وفى فترة قلة المطر بين قمتى الدور الثانى وفى فترة أواخر الدور المطير الثانى، ويمكن القول بأن نفس الأحوال تتسحب على الحافة الجيرية الشرقية والجنوبية لهضبة سن الكداب والتي لها نفس الامتداد حتى شرق منخفض الخارجة.

(٢) النحت :

تتضمن عملية النحت كل من النحت الهوائى والنحت المائى، وتظهر عملية النحت بفعل الرياح فى منطقة الدراسة بشكل أكثر وضوحاً الآن عن عملية النحت المائى، وذلك بسبب الجفاف الشديد الذى تشهده المنطقة بالإضافة إلى ندرة الغطاء النباتى، ولذلك تستطيع الرياح نحت الصخور والحوائط الصخرية، والطبقات اللينة والرواسب المفككة.

ومن خلال نتائج التحليل الميكانيكى للرواسب السطحية للأشكال المختلفة لتربة منطقة الدراسة أمكن حساب معامل الطمى إلى الطين وهو معامل يعطى حجم ومدى عملية التذرية Deflation التى تمثل صورة أو طريقة من طرق نحت الرياح للسطح حيث يؤدى هبوب الرياح فى ممرات متتابعة إلى إزالة معظم مواد الطين (Cooke, 1970, P. 569) . ويتطابق هذه الطريقة فى منطقة الدراسة وجد أن عملية النحت والتذرية بفعل الرياح لسطح المنطقة تزيد نسبياً حيث يصل المعامل ما بين ١,٢٥ - ١,٥ فى ٥٠ ٪ من عينات منطقة الدراسة، كما يظهر أيضاً أن عملية النحت تتباين من مكان لآخر حيث أنه قد ينخفض المعامل إلى قيمة تتراوح ما بين ٠,٢٨ - ٠,٩ فى بعض المناطق وفى منطقة توشكى كما فى جدول (٣).

أما عملية النحت المائى فقد سادت خلال العصر المطير فى الزمن الرابع بمنطقة الدراسة كما سبق الذكر وفى الفترات الرطبة خلال عصر الهولوسين، وقد نتج عنها تشكيل خطوط التصريف والمسيلات المائية العميقة Gullies فى منطقة توشكى (El-Shazly et al., 1977, P. 18) وقد ساعد المناخ القديم من حيث تعاقب الرطوبة والجفاف على تطور نظم التصريف إلى أودية متفاوتة الأبعاد (Ibid., P. 17) وذلك فإن عمليات النحت الفيضى الآن تحدث فى نفس خطوط الأودية التى نحتت وعمقت فى الفترات المطيرة السابقة.

(٣) عمليات النقل والرساب :

تسهم كل من الرياح والمياه الجارية فى الأودية الجافة فى بعض الفترات فى عمليات النقل والرساب أيضاً بمنطقة الدراسة. وتسود عمليات النقل بفعل الرياح

على سطح المنطقة، ويساعد على حدوثها الجفاف الشديد الذى تتميز به المنطقة، وحركة الرياح السائدة من الشمال إلى الجنوب بشكل عام واللذين يساعدان على نقل الرمال تجاه الجنوب والجنوب الشرقى والجنوب الغربى.

جدول (٣) : التقدير الكمي للنحت بالرياح فى منطقة توشكى.

م	رقم القطاع الأرضى	عمق الطبقة السطحية سم	الطمي %	الطين %	معامل الطمي إلى الطين	حالة النحت
١	١٢١	٣٠	١٣	٤٥	٠,٢٨	خفيف نسبياً
٢	١٨٥	١٥	١٠	٧	١,٤٢	شديد نسبياً
٣	٨١	٢٥ - ٥	٨	٧	١,١٤	شديد نسبياً
٤	٨٤	١٥	١٢	٨	١,٥٠	شديد نسبياً
٥	٩٦	١٢	١٠	٨	١,٢٥	شديد نسبياً
٦	٥٨	١٠	٢	٥	٠,٤٠	خفيف نسبياً
٧	١٢٢	٢٠	١١	١٤	٠,٧٨	خفيف نسبياً
٨	٧	٥	٨	٢٠	٠,٩٠	خفيف نسبياً

* المصدر: نسبة الطمي والطين % عن معهد بحوث الأراضى والمياه والبيئة ١٩٩٧، والباقي من حساب وروصف الباحث.

ومن خلال الدراسة التى قام بها باجنولد Bagnold على حركة الكثبان الرملية فى منخفض الخارجة والتى ذكرها وولمان وملار (Wolman & Miller, 1982, P. 23) وجد أن حجم الرمال المنقولة فوق الكثبان فقط يبلغ ٨,٧ × (١٠) طن / السنة، بينما يزيد حجم الرمال المنقولة على السطح وفوق الكثبان الرملية معاً إلى ٣٢ × (١٠) طن / السنة. وحيث أن الكثبان الرملية فى منطقة توشكى تمثل امتداداً طبيعياً لنفس محاور كثبان الخارجة ونفس الاتجاه العام للرياح فإنه يمكن استخدام نفس المعدل لحساب حجم الرمال المنقولة والذي يظهره جدول (٤). وقد وجد أن حجم الرمال المنقولة على سطح الكثبان الرملية فى منخفض توشكى والذي تبلغ مساحته ٢٦,٨٧ % من جملة مساحة المنطقة يبلغ ١,٦ × (١٠) طن / السنة، وأن جملة الرمال المنقولة على سطح المنخفض كله متضمنة الكثبان الرملية تبلغ ٥,٨٨ × (١٠) ، لذا فإن جملة

الرمال المنقولة فى منطقة توشكى كلها والتي تبلغ مساحتها ٤٨٩٠٣ كيلو متر مكعب قد تصل إلى ٢١,٨٨ × (١٠) طن / السنة كما فى جدول (٤).

أما من خلال عملية تقدير معدل نقل وإرساب الرمال فى الجزء الشرقى فقط لمنطقة توشكى والمتاخم لبحيرة ناصر فقد وجد أن معدل نقل وإرساب الرمال من المنطقة إلى بحيرة ناصر يبلغ حوالى ١,٥ مليون م^٣ / السنة من الرمال (دهب، ١٩٧٧، ص ٧٩) ، وحيث أن طول الشاطئ الغربى للبحيرة يبلغ حوالى ٤٩٥ كيلومتراً فإن كمية الرمال المنقولة نحو شرق وجنوب شرق منطقة توشكى تقدر بحوالى ٣٠٣٠ متراً مكعباً عبر الكيلومتر الواحد فى هذا الاتجاه، وبمعنى آخر أن معدل النقل فى هذا الجزء من منطقة الدراسة يبلغ ٣,٠٣ م^٣ / السنة عبر المتر الواحد فى هذا الاتجاه، أو ما يعادل ٠,٢٥ من المتر المكعب / فى الشهر / للمتر الواحد من الجانب الشرقى لمنطقة توشكى تجاه بحيرة ناصر .

أما من حيث العملية الثانية من عمليات النقل وهى النقل بفعل المياه السطحية الجارية عبر الأودية والآخوار بمنطقة الدراسة فإنه يصعب تقديرها ميدانياً فى كل أودية المنطقة، ولذا يمكن الاعتماد على طريقة لاتجيين وشم (Langbein & Schumm 1982, P. 185) لتقدير عملية النقل بالأودية وهى:

$$S = \alpha P^m \frac{1}{1 + b P^m} = \text{الحمولة السنوية}$$

حيث أن : αP^m = ثابت، وقيمته المطابقة لمنطقة الدراسة هنا = $٢,٣ \times ١٠$ (أكبر تساقط شهرى).

$$\text{وان } \frac{1}{1 + b P^m} = \text{ثابت، وقيمته المطابقة لمنطقة الدراسة} = ٠,٦٩$$

$$\text{أى أن الحمولة السنوية لآى مجرى بالمنطقة} = \frac{٢,٣ \times ١٠}{٠,٦٩} \text{ (أكبر تساقط شهرى)}$$

ولما كانت قيمة أكبر تساقط شهرى فى أسوان خلال الفترة (٥٠ - ١٩٧٥) قد بلغ ٧,٢ ملليمتر فى إبريل عام ١٩٦٨، ولهذا فإن الحمولة السنوية أو مقدار النقل سوف يصل إلى ٢٤٠ طن / الميل المربع أو ما يعادل ٦٣٦ طن / كم^٢.

جدول (٤) : معدلات نقل الرمال في منخفض الخارجة وتطبيقها على منخفض توشكى.

الخطوات	الخاصية	منخفض الخارجة	منخفض توشكى	الطريقة
١	مساحة المنخفض كم ^٢	٥٥٠٠	١٣١٤٢	
٢	مساحة الكثبان كم ^٢	١٨٧٩	٣٥٥	من الخطوة رقم ٥ للخارجة وتوشكى
٣	حجم الرمال المنقولة على الكثبان طن / السنة	$٨,٧ \times (١٠)^4$	$١,٦ \times (١٠)^4$	
٤	حركة الرمال المنقولة على السطح طن / السنة	$٣٢ \times (١٠)^4$	$٥,٨٨ \times (١٠)^4$	من الخطوة رقم ٦ للخارجة ورقم ٢ توشكى
٥	معدل النقل فوق الكيلو متر المربع الواحد من الكثبان طن / السنة	٤٦,٣		
٦	نسبة مساحة الكثبان إلى جملة السطح	٣٤%	٢,٧%	
٧	نسبة للمنقول على السطح إلى المنقول فوق الكثبان	٣,٦٨		
حجم الرمال المنقولة بمنطقة توشكى طن/السنة		$٢١,٨٨ \times (١٠)^4$		

* المصدر : مساحة الكثبان في الخارجة عن برسيم، ص ٥٧، ومعدل نقل الرمال بالخارجة عن وولكان وملر نقلاً عن ياجنولد ١٩٨٢، والباقي من حساب الباحث.

ويلاحظ أن الأودية الجافة بمنطقة الدراسة تتفاوت في قدرتها على النقل حسب الضوابط البيئية المتعددة والتي من أهمها مساحة الحوض الذي يحكم الكمية المعرضة للنحت ومن ثم كمية الحمولة، ويلاحظ من جدول (٥) أن وادي الكوير من أكبر الأودية في نقل الحمولة ويليه وادي توشكى الذي ينقل عبر مجراه ٠,٤٣ مليون طن / السنة وذلك قبل حفر قناة توشكى به، وبشكل عام فإن جملة المنقول عبر ٣٧ وادياً رئيسياً شرق منطقة توشكى تبلغ ١,٣٦١ مليون طن / السنة إلى بحيرة ناصر.

هذا ويلاحظ أن وادي توشكى كان يقوم بعمليات النقل من منطقة توشكى إلى نهر النيل وبحيرة ناصر شرقاً ولكن تغير الوضع به الآن فأصبح ينقل المياه من بحيرة ناصر نحو قاع منخفض توشكى وتغير نظام صرفه من الصرف النيلي قبل حفر قناة مفيض توشكى إلى التصريف الداخلي بعد البدء في حفر قناة توشكى لنقل المياه الزائدة في بحيرة ناصر إلى المنخفض^(١).

(١) الأودية المدروسة تقع بين خطى عرض ٣٠° - ٢٢° و ٣٠° - ٢٣° شمالاً على جاسى بحيرة ناصر باستثناء وادي العلاقي شرقاً وكلاشة غرباً، وبعض الأودية الداخلية شرق منطقة توشكى وهي محفص توشكى

جدول (٥) : تقدير الحمولة السنوية المنقولة عبر الأودية الرئيسية شرق منطقة توشكى.

الوادي	مساحة الحوض كم ^٢	الحمولة السنوية مليون طن / سنة	الوادي	مساحة الحوض كم ^٢	الحمولة السنوية مليون طن / سنة
توشكى	٦٨٣,٤	٠,٤٣	العرب	٨٩,١	٠,٠٦
عنيبة	١٢٧,٩٢	٠,٠٨١	أم سيالة	٤٢١,٢	٠,٢٧
الكوبر	٧١٣,١٢	٠,٤٥	الدكة	٦٨,٥٢	٠,٠٤
نجع الجزيرة	٤٧,٩٥	٠,٠٣			
جملة النقل لعدد (٣٧ وادياً) ومساحة أحواضها ٣٣٨٣,٧٥ كم ^٢ = ١,٣٦١ مليون طن					

* من تطبيق المعادلة وحساب الباحث.

أما عمليات الإرساب وهى العملية الثانية المترتبة على عمليات النقل فتحدث بالمنطقة حينما يوجد عائق أمام حركة نقل الرواسب أو حينما تنتهى طاقة العامل الناقل للرواسب. ويوجد عمليتان للإرساب هما عملية الإرساب الفيضى وعملية الإرساب الهوائى بفعل الرياح.

ومن حيث عملية الإرساب بفعل الرياح فيلاحظ أن الرمال قد تتراكم خلف حائط صخرى أو شجيرات صحراوية والتي تمثل عوائق تصطدم بها الرياح وتتوقف بالتالى سرعتها فتسبب حمولتها من الرمال فى منصرف الرياح (أبو العز، ١٩٧٦، ص ٢٨٦) ويحدث هذا بوضوح فى منطقة توشكى التى كثيراً ما يرتبط وجود الكثبان الرملية بالتلال المعزولة أو الحافات الصخرية خاصة فى القسم الأوسط لمنطقة توشكى.

أما من حيث عملية الإرساب الفيضى فنجدها تحدث بمنطقة توشكى إما عند مصبات الأودية لنظم الصرف النيلية تجاه بحيرة ناصر حينما تسمح الظروف بالجريان السطحى، أو حدوث الإرساب بفعل مياه نهر النيل الواصلة من الأراضى السودانية إلى بحيرة ناصر خاصة فى السنوات التى ينخفض فيها المخزون المائى فى البحيرة فتتكشف الرواسب الطميية التى حملها النهر إلى البحيرة والتى تنتشر عند مخارج الأودية الجافة شرق منطقة توشكى.

وهناك مواضع أخرى تحدث بها عملية الإرساب الفيضى ممثلة فى الرواسب عند نهايات الأودية الجافة التى تصرف تصريفاً داخلياً فى الاحواض وتحت أقدام السفوح مكونة بذلك مراوح فيضية متفاوتة المساحة خاصة أسفل الحافة الشرقية والجنوبية لسن الكداب، ونتيجة لتفاوت أحجام الرواسب المنقولة فإن بعضها يمكن أن ينقل الرواسب الأنعم والأقل حجماً ليكون بها البلايا والتى تنتشر فى منطقة الدراسة فى مواضع مستوى القاعدة المحلى لهذه النظم ذات التصريف الداخلى، فى حين توجد عملية الإرساب فى قيعان الأودية الجافة أحجاماً أكبر للرواسب وذلك فى شرق منطقة الدراسة، حيث تتركب رواسب قيعان الأودية الجافة من الحصى الذى نقلته المياه، وتخلف عن النقل فتم إرسابه فى قاع المجرى، بالإضافة إلى الرمال التى نقلتها الرياح وأرسبتها فى قيعان الأودية (El-Demerdash , 1978, P. 390) .

رابعاً : الأشكال الجيومورفولوجية :

يوجد بمنطقة الدراسة العديد من الظواهرات المختلفة فى أصول نشأتها سواء الأشكال الناتجة عن النحت وتلك الناتجة عن الإرساب والتى أثرت العمليات الجيومورفولوجية السابق ذكرها فى نشأتها وساعدت البنية أيضاً فى هذه النشأة. ويمكن أن نتناول كل نوع من هذه الظواهرات بالدراسة.

(١) الأشكال البنائية :

(أ) الأشكال القبابية Domal Features :

تتوزع الأشكال القبابية توزيعاً مكانياً فى الجزء الأدنى لوادى كلابشة وفى الجزء الأوسط لمنطقة الدراسة، ويرتبط توزيع هذا المظهر فى معظم الأماكن التى توجد بها الحافات الجبلية أو بالقرب منها. وقد نتج هذا الملمح الجيومورفولوجى عن عمليات الطى التى أصابت المنطقة خاصة بالقرب من الحافة الجنوبية لهضبة سن الكداب (Awad & El-Sorady, 1987, P. 18) .

وتتميز الأشكال القبابية بسمات جيومورفولوجية من حيث أبعادها حيث يتراوح الطول ما بين ١ - ٥ كم ومتوسط الطول يبلغ ٢,٥ كم ولذا فإن القباب تتسم بالطول

النسبي، كما يتراوح العرض ما بين ٠,٤٥ و ١,٤٥ كم، ومتوسط العرض ٠,٨٨ كم، لذا فإن إتساعها ضيق نسبياً كما فى جدول (٦). وتتميز هذه القباب بأنها متفاوتة المساحة والتي تتراوح ما بين ١ - ٤ كم^٢، ويبلغ متوسط المساحة ١,٦٨ كم^٢، ولهذا فإن ظاهرة القباب هنا ليست كبيرة، ويميل شكلها العام إلى الإستطالة أكثر من الإستدارة حيث يبلغ متوسط معامل العرض بالنسبة للطول ٠,٤ كما فى جدول (٦).

جدول (٦) : الخصائص المورفومترية للأشكال القبابية بمنطقة توشكى.

م	الطول كم	العرض كم	الارتفاع كم	المساحة كم ^٢	معامل العرض ÷ الطول
١	٢,٩	١,٤٥	٦٧	٣,٠٥	٠,٥
٢	٢,٧	٠,٨	٧٩	١,٧٥	٠,٢٩
٣	٤,٢٥	٠,٩	٣٩	٣,١٥	٠,٢١
٤	١,٥	٠,٤٥	٦٤	٠,٧٤	٠,٣
٥	١,١٥	٠,٨٢	٢٨	١,١	٠,٧١
٦	—	—	—	٠,٩٣	—
٧	—	—	—	١,٠٢	—

* المساحة والأبعاد من الموزايك رقم ٧٨، والارتفاع من الخرائط ١ / ١٠٠٠٠٠

(ب) الحافات :

توجد حافات جبلية عديدة فى منطقة الدراسة سواء فى أقصى الشمال أو فى أقصى الغرب ومن أشهرها وأكثرها وضوحاً حافة سن الكداب والتي تمتد باتجاه شرقى غربى وتقطعها خطوط التصريف بشكل مكثف وتحد هذه الأودية إلى الجنوب والجنوب الشرقى وتتبع فى ذلك الانحدار الطبوغرافى العام (El-Shazly et al., 1977, P. 25) أما الحافات التى توجد فى شمال المنطقة فتظهر بشكل حافات متوازية وتمتد بمحور شرق الشمال الشرقى - غرب الجنوب الغربى، وتميل نحو الجنوب بينما تتحد نحو الشمال، ويصل ارتفاعها ما بين ٦٠ - ٧٩ متراً عن الوسط المحيط، وهى متفاوتة الطول، وتمتد الحافة الرئيسية تجاه الغرب حتى تندمج مع منخفض توشكى - درب الأربعين (Ibid., P. 29) كما فى شكل (٧).

وفى منطقة بئر مر نجد حافات عديدة وتتميز بشدة التقطع كما أنها تأخذ محاور مختلفة، وتتميز الحافات عند بئر أبو الحصين بالطول النسبى ومحورها شمالى شرقى - جنوبى غربى، ويمتد بمحازاتها درب الأربعين، ويصل ارتفاعها حوالى ٧٠ متراً واتساعها حوالى ٢,٥ كيلومتراً، فى حين يصبح ارتفاع الحافة فى منطقة بئر كسيبة حوالى ٩٠ متراً وتتحد نحو الغرب بينما الميل يكون نحو الشرق. ويتغير اتجاه الحافات فى منطقة بئر الشب ويصبح الاتجاه شمالى - جنوبى أو شرقى - غربى، ويصل انحدارها ما بين ١٠ - ١٥° فى منطقة بركات الشب.

أما فى وسط منطقة الدراسة قرب جبل العصر فتوجد حافة الكوارتز والتي ترتفع إلى حوالى ١٤ متراً تقريباً، بينما فى الجزء الشرقى لمنطقة الدراسة والموازى لبحيرة ناصر توجد حافة أبوسمبل والتي تمتد من الشرق إلى الغرب (Awad & El-Sorady, 1987, P. 10) والحافة الشرقية معظمها من الصخور الأركية وقد تأثرت بالأحوال البنائية بدرجة شديدة، ويرتفع الجزء الشرقى للمنطقة إلى حوالى ٢٩٧ متراً فوق سطح البحر، أى حوالى ١٣٧ متراً عن الوسط المحيط، وتبلغ درجة الانحدار نحو الشرق ما بين ١٠,٥ - ٢٢°.

(٢) الأشكال الناتجة عن للتحت :

(أ) الأودية :

يوجد العديد من خطوط التصريف المائى بمنطقة الدراسة، ويمكن تمييز نمطين من انماط التصريف هما نمط التصريف النيلي نحو بحيرة ناصر ونمط التصريف المركزى أو الداخلى. ويتميز النمط الأول من الأودية بوجوده فى شرق المنطقة وأنها أودية خانقية ضيقة وقد تتسع فى بعض الأحيان لتغطى قيعانها الرمال التى جرفتها الرياح وارسبتها فى هذه القيعان، بالإضافة إلى الغرين الرملى والمواد الأخرى المفتتة (El-Demerdash, 1978, P. 390) وهذا النظام من الأودية شبه متوازية وتمتد من الغرب إلى الشرق بشكل عام وبمحور متعامد على مجرى النيل وبحيرة ناصر.

أما النمط الثانى من أنماط الأودية وهى ذات التصريف الداخلى فتوجد فى الشمال الشرقى، حيث توجد بعض المواضع المنخفضة والتي تمثل مواضع صرف للأودية، وهى أودية خانقية على شكل حرف V (Et-Shazly et al., 1977, P. 25) أما فى منطقتى بئر الشب، وكركر فخطوط التصريف صغيرة ومن النوع الشجرى وتتبع الخطوط البنائية، وقد توجد بشكل متوازى وبمحور شمالى - جنوبى وتمتد بين محاور الكتبان الرملية الطويلة السائدة فى الجزء الجنوبى الغربى لمنطقة الدراسة (Ibid., P. 29) وفى أقصى غرب المنطقة توجد بعض الأودية ذات النمط الشجرى والتي تتحدر نحو سهل عطمور الكيش.

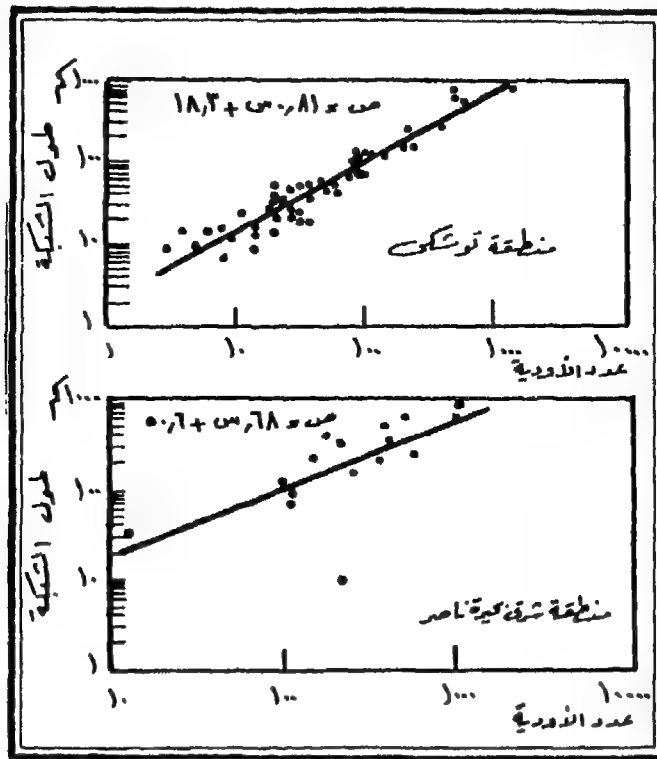
وتتميز أودية منطقة الدراسة بقصر طول الشبكة نسبياً إذا قورنت بنظيرتها الواقعة شرق بحيرة ناصر كما فى جدول (٧) حيث يقل متوسط طول الشبكة إلى ١٣٧,١٤ كم وفى نظم الصرف الداخلى يصل المتوسط إلى ٣٨,٨ كم فى حين يزيد متوسط طول الشبكة لأودية شرق بحيرة ناصر إلى ٢٩٨,٨ كم.

جدول (٧) : متوسط أطوال شبكات التصريف ومعدلات تغيرها بمنطقة الدراسة مقارنة بمنطقة شرق بحيرة ناصر.

منطقة شرق بحيرة ناصر	منطقة توشكى			الخاصية
	منخفض توشكى	صرف داخلى	نظم صرف نيلى	
٢٩٨,٨		٣٨,٨	١٣٧,١٤	المتوسط كم
١٧		١٧	٣٧	جملة عدد الأودية
٠,٢٦	٠,٣٥	١,٢٨		معدل تغير الطول كم مع مساحة الحوض
١٧	٩	٤٥		عدد الأودية
٠,٦٨	١,٣٩	٠,٨٢		معدل تغير الطول مع عدد الأودية (كم)

وتتأثر أطوال الشبكة بمساحات الأحواض من جهة وعدد الأودية التى تتضمنها كل شبكة تصريف من جهة أخرى. وتحليل العلاقة بين مساحة الحوض وطول

الشبكة بأسلوب الانحدار الخطي البسيط Simple Regression Analysis كما في شكل (٨) وجد أن معدل تغير طول الشبكة في الأحواض في منطقة الدراسة يبلغ ١,٢٨ كم وهو معدل يرتفع عن نظيره في أودية شرق بحيرة ناصر التي يبلغ المعدل بها ٠,٢٦ كم، وأن كان المعدل يقل إلى ٠,٣٥ كم في أودية منخفض توشكى نظراً لقلّة عدد وكثافة الأودية الصحراوية، وعامة فإن المعدلات مرتفعة بمنطقة الدراسة والتي تعنى أنه بزيادة مساحة الحوض كيلومتراً مربعاً واحداً فإن ذلك يزيد من طول الشبكة بمقدار ١,٢٨ كم، ويدل على إرتفاع المعدل حيث أن المعدلات المتوقعة دائماً تصل إلى ٠,٩ كم وقد تزيد عن الواحد الصحيح (Gregory, 1977, P. 1076).



شكل (٨) : العلاقة بين عدد الأودية وطول الشبكة
في منطقة توشكى مقارنة بمنطقة
شرق بحيرة ناصر.

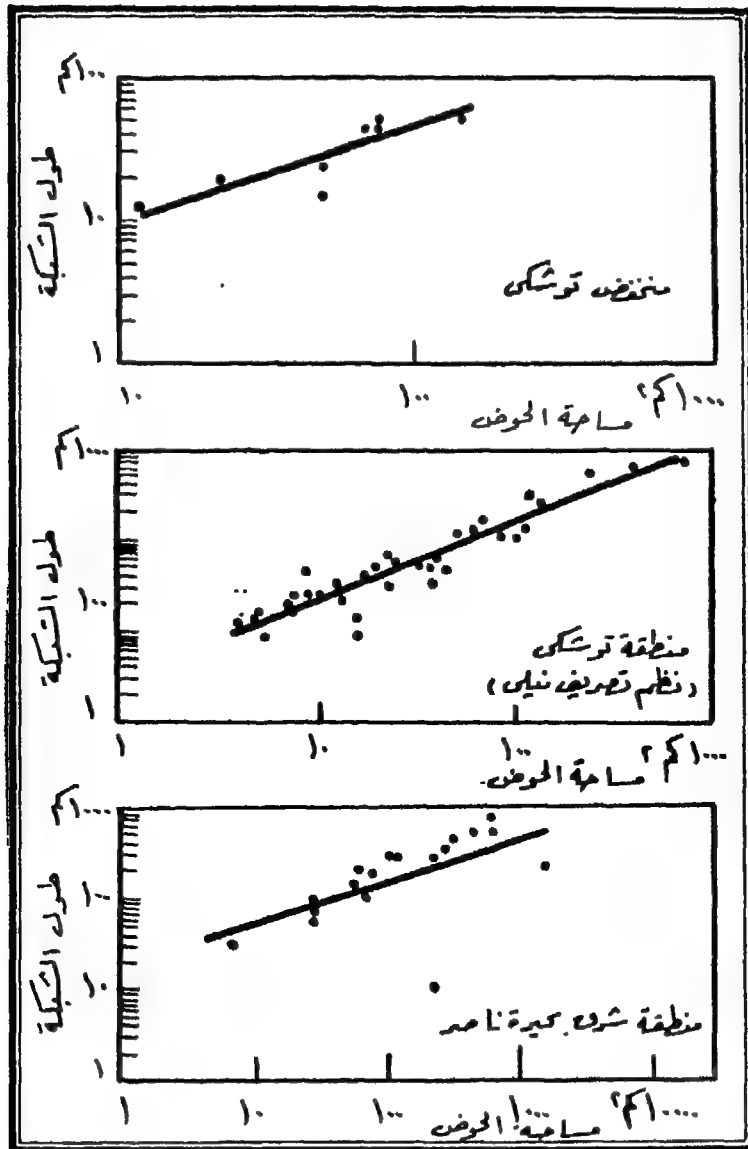
أما الخاصية الثانية التى تؤثر على أطوال شبكة التصريف بالحوض واختلافها من حوض لآخر فهى عدد الأودية. ويلاحظ من شكل (٩) أن العلاقة بينهما علاقة طردية ولذا فإن زيادة عدد الأودية فى شبكات التصريف تزيد من أطوال الشبكات. وقد وجد أن معدل التغير فى طول الشبكة فى منطقة الدراسة يبلغ ٠,٨١ كم مع عدد الأودية، بمعنى أنه بزيادة شبكة التصريف وادياً واحداً يزيد طول الشبكة بمقدار ٠,٨١ كم فى منطقة الدراسة بينما لا يزيد المعدل عن ٠,٦٨ كم فى أودية شرق بحيرة ناصر، كما تتجمع القيم حول خط الانحدار بشكل واضح بينما تتناثر وتبتعد نسبياً عن الخط الأمثل بالنسبة لأودية شرق بحيرة ناصر.

وعن علاقة انحدار المجرى وتأثيره فى نحت تضاريس الحوض وتغيير إنحدار الحوض تم تحليل العلاقة بينهما بنفس أسلوب تحليل الإنحدار كما فى شكل (١٠)، والتى إتضح من خلالها تأثير نحت الأودية فى تضاريس الحوض حيث يتغير انحدار التضاريس بمقدار ٠,٩٧ من الدرجة بزيادة انحدار المجرى درجة واحدة فقط، بينما يقل المعدل فى منطقة شرق بحيرة ناصر إلى ٠,٦٩ من الدرجة، أى أن المعدل فى منطقة الدراسة وصل إلى ١,٥ مرة تقريباً قدر نظيره فى أودية شرق بحيرة ناصر، ويلاحظ أن انحدار التضاريس هى نتيجة لعملية النحت والإزالة، وهذه القيمة عامة تقترب من القيم التى تم التوصل إليها فى دراسات سابقة والتى بلغت ٠,٨ من الدرجة (Strahler, 1968, P. 688).

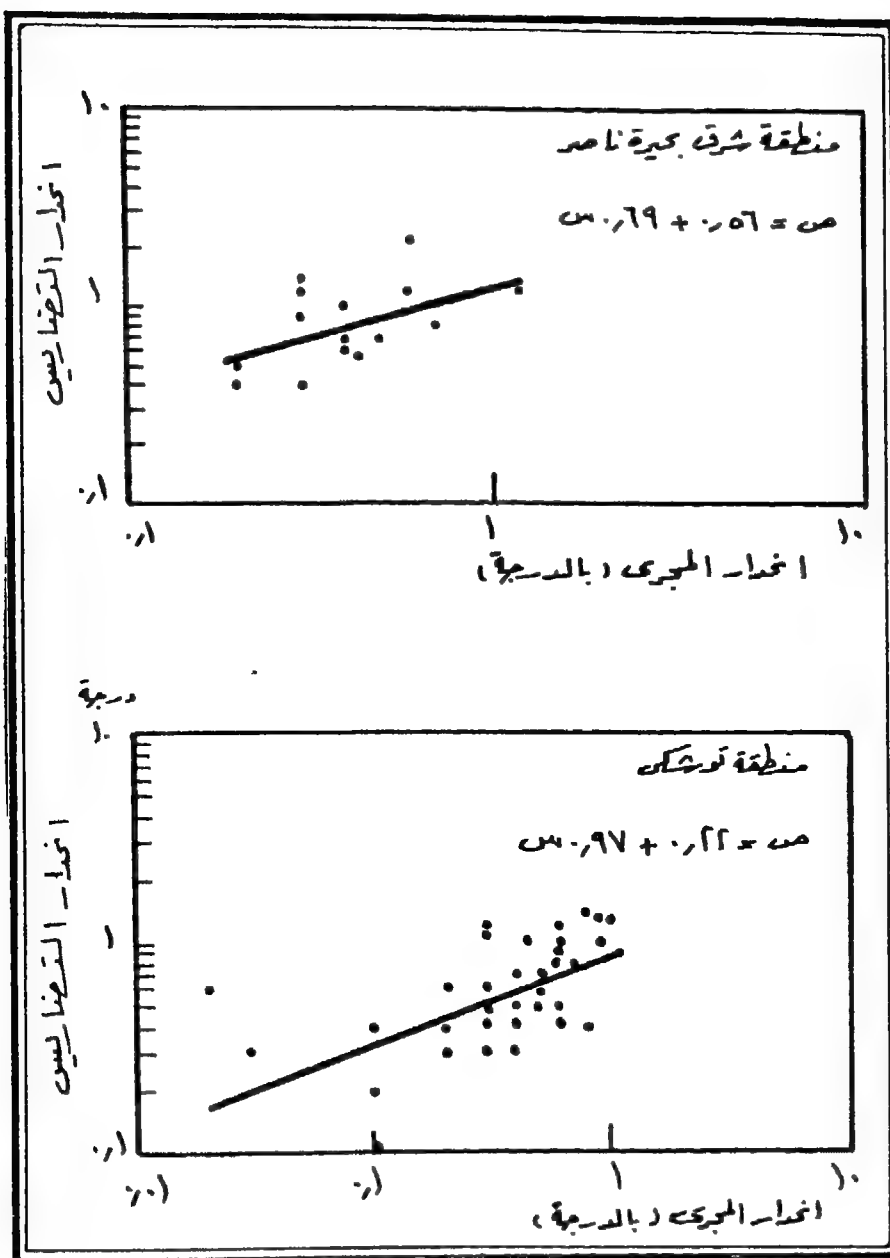
(ب) الأحواض الصحراوية^(١) (البولسون Bolson) :

هى عبارة عن أحواض صغيرة المساحة نتجت عن عملية الطى التى أصابت المنطقة ثم نحتت هذه الطيات وأصبحت فى هيئة أحواض على غرار الأحواض المعروفة بالبولسون فى نصف الكرة الغربى كما هو الحال فى الحالة النموذجية الموجودة شمال شرق بنر مر بحوالى ١٣ كم والذى يبلغ طوله ٣ كيلومترات وعرضه ٠,٧٥ كم، وعمقه ٢٠ - ٢٥ متراً (Geofizika, 1966, P. 40).

(١) الأحواض الصحراوية الصغيرة هى أحواض بائية أساساً، وتعرف باسم البولسون Bolson وهى كلمة آسية معناها كيس القود، (لامى، ف. ١٩٦١ ص ٤٠٠) وتعنى فى اللغة الإسبانية أيضاً حلقة حديد.



شكل (٩) : العلاقة بين مساحة الحوض وطول شبكة التصريف في منطقة الدراسة مقارنة بمنطقة شرق بحيرة ناصر.



شكل (١٠) : العلاقة بين إنحدار المجرى وإنحدار التضاريس في
منطقتى توشكى وشرق بحيرة ناصر.

وتفاوت طول الحوض الواحد بمنطقة الدراسة حيث يتراوح بين ١,٢ - ٧,٢٥ كم ومتوسط الطول ٢,٩٤ كم، ويتراوح العرض بين ٠,٥ - ٥,٣٧ كم ومتوسط العرض يبلغ ١,٤٧ كم كما يبلغ متوسط العمق ١٢,٢ متراً ومتوسط المساحة ٣,٥٤ كم^٢، ويتراوح الشكل ما بين الطولى والدائرى وقد يكون غير منتظم ويبلغ معامل الشكل ٠,٤٩ كما فى جدول (٨).

جدول (٨) : الخصائص المورفومترية للأحواض الصحراوية (البولسون) فى منطقة توشكى.

عدد الحالات	متوسط الطول كم	متوسط العرض كم	متوسط العمق م	متوسط المساحة كم ^٢	معامل الشكل
٢١	٢,٩٤	١,٤٧	١٢,٢	٣,٥٤	٠,٤٩

المصدر : تم القياس من الخرائط ١ / ١٠٠٠٠٠ والخرائط المصورة ١ / ١٠٠٠٠٠

(ج) الجزر الجبلية :

تنتشر الجزر الجبلية فى أرجاء منطقة الدراسة. ففي الشرق نجد جبل حمام يرتفع ٧٧ متراً عن الوسط المحيط وجبل العصر يرتفع أيضاً ٤٤ متراً عن الوسط المحيط (٢٦٤ متراً فوق البحر) وقارة الهرمى ترتفع ٦ أمتار، بالإضافة إلى تلال أجران الفول وهناك جبل للسد وجبل مصمص وجبل سرى وقارة النسرين وجبل جزر يرتفع ٧٣ متراً عن الوسط المحيط ويرتفع جبل أبودرو ٦٦ متراً عن الوسط المحيط. وهناك مجموعة أخرى من الجزر الجبلية ممثلة فى جبل الفنطاس فى الجنوب وجبل راوراو بينما يوجد فى الشمال جبل مراوة وفى الغرب توجد الجزر الجبلية بكثرة خاصة غرب بئر تخليس حيث يبلغ ارتفاعها ما بين ٢٢ - ٢٨ متراً وإنحداراتها من ٣ - ٥ درجة. وفى وسط المنطقة يوجد جبل التمساح بارتفاع ٧٣ متراً، وقد وصل المتوسط العام لإرتفاع الجزر الجبلية فى منطقة الدراسة ٦٠,١ متراً.

(د) التلال المعزولة :

تنتشر التلال المعزولة بمنطقة الدراسة وتعتبر من المعالم الجيومورفولوجية المميزة للسطح، وتتكون التلال المعزولة إما من الصخور الأركية الصلبة بمختلف أنواعها أو من صخور الحجر الرملي النوبي والأحجار الجيرية التي ترجع للزمن الثاني. وقد تتباعد التلال كما هو الحال في وسط وغرب منطقة الدراسة شكل (٧)، وقد تتقارب من بعضها كما هو الحال في القسم الشرقي من منطقة الدراسة، والتي تبدو التلال المعزولة به في هيئة مخروطية أو كتلال متتابعة مكونة من الحجر الرملي النوبي (El-Demerdash, 1978, P. 395) كما توجد بعض التلال المنخفضة من الصخور الجرانيتية غرب المنطقة في سهل عطمور الكبيش (El-Shazly, et al., 1977, P. 28).

(هـ) السهول وأشباه السهول :

تظهر السهول وأشباه السهول بشكل متقطع بين أجزاء منطقة الدراسة، وقد تكونت بفعل عوامل وعمليات النحت التي خففت السطح وعملت على الوصول به إلى مرحلة شبه السهل. وتغطي هذه السهول وأشباه السهول الرواسب الحصوية أو الرملية، ومعظمها ذو هيئة مموجة تموجاً خفيفاً.

وتتوزع السهول في غرب منطقة توشكى حيث يوجد أكبر السهول وهو سهل عطمور الكبيش والذي تنتشر به بعض التلال والمسطحات الجيرية المفككة والكدوات وفرشات الرمال، ويتكرر نفس المظهر حول بئر تخليس حيث تأكلت الطبقات وتكونت سهولاً مستوية السطح ولها امتداد في منطقة درب الأربعين وشرق بئر مر (Ibid., P. 27). أما في أقصى الشمال فيلاحظ أن صخور الحجر الرملي النوبي تم نحتها وأصبحت أراضي شبه مستوية تحت حافة سن الكداب (Awad & El-Sorady, 1987, P. 13) وإن كانت تمثل سهولاً ضيقة نسبياً، كما أنه قد توجد السهول وأشباه السهول في الجزء الأوسط لمنطقة الدراسة حيث تغطيها فرشات الرمال أو الكتبان الرملية وترصعها بعض التلال القليلة الارتفاع.

أما فى شرق منطقة توشكى فيوجد سهل بنائى يعرف باسم السهل النوبى، والذى تكون فوق الحجر الرملى النوبى، وهى سهول متسعة ومكشوفة حول بحيرة ناصر وهى محددة بحافة سن الكداب وتقطعها أودية عديدة مثل وادى كركر وكلايشة والفالق والسيلى والسنا (Tamer, 1987, P. 371) . كما توجد السطوح الصخرية التى تمثل مظهراً مستوى السطح والتى توجد أو تحيط بالجزر الجبلية وبالتلال المعزولة خاصة فى الجزء الشرقى لمنطقة توشكى (Awad & El-Sorady, 1987, P. 10).

(٣) أشكال الإرساب :

(أ) الكثبان والفرشات الرملية :

توجد الكثبان الرملية فى مناطق متعددة سواء شرق أو وسط أو جنوب أو شمال منطقة الدراسة كما فى شكل (٧) فهى فى الجزء الشرقى للمنطقة نجدها قليلة ومتباعدة ورواسبها من الرمل الناعم إلى الرمل المتوسط والنمط هو من النوع الهلالى وقد تتجمع لتكون حافة رملية طويلة بمحور شمالى - جنوبى بحيث تمتد بين تلال الحجر الرملى النوبى (El-Shazly et al., 1977, P. 58) ، وفى شرق دنقل توجد الكثبان الهلالية وبشكل فردى وإذا وجد نمط الكثبان الطولية التى تبدو فى هيئة حافات فلا يزيد طولها عن الكيلومتر الواحد، بينما فى الوسط الجنوبى خاصة عند حافة الكوارتز توجد الكثبان الرملية الشبيهة بالحافات (Geofizika, 1966, P. 28).

أما فى الوسط الغربى لمنطقة الدراسة فتوجد الكثبان الرملية فى شكل حقول كبيرة بحيث يصل امتداد الحقل الواحد ١٠ - ٤٥ كم وباتساع ما بين ٢ - ٨ كم ومحورها شمالى - جنوبى أيضاً، وتظهر بوضوح فى منطقة برقات الشب، وقد يزيد إتساع الحقل إلى ١٥ كم وتصبح الكثبان من النمط الهلالى فى الجنوب والطولى فى الشمال، أما فى شرق وجنوب بير نخلاى فالكثبان معظمها من النمط الهلالى.

وتتميز معظم الكثبان الهلالية باتساعها بحيث يقترب العرض من قيمة الطول أو يزيد، وقد وصل متوسط طول الكثيب ٣٤٣ متراً ومتوسط العرض ٣٨٣ متراً،

وبشكل عام فإن متوسط طول الكثيب يتراوح ما بين ٢٩٥ متراً وبين ٥٩٣ متراً فى المواقع المختلفة، كما يصل متوسط الاتساع إلى ٢٦٥ - ٣٨٣ متراً فى المواقع المختلفة، كما فى جدول (٩).

جدول (٩) : الخصائص المورفومترية للكثبان الرملية فى وسط منطقة توشكى.

الخاصية	العدد	موقع ١	موقع ٢	موقع ٣	موقع ٤
الطول م	٧ - ٤	٣٤٣	٥٩٣	٤٥٨	٢٩٥
العرض م	٧ - ٤	٣٨٣	٣١٧	٣٢٥	٢٦٥
العدد	٧ - ٤	٣٧	٧	٦٥	٤
المساحة كم ^٢		٦,٨	—	٤,٠٧	—
الكثافة / كم ^٢		٥,٤	—	١٥,٩	—
المصدر		موزايك ٨٤	موزايك ٧٨	موزايك ٧٨	موزايك ٨٤

وتتراوح كثافة الكثبان ما بين ٥,٤ كم^٢ و ١٥,٩ كم^٢ وهى قيمة قد تقل عن تلك الموجودة فى منخفض الخارجة فى بعض مواضع منطقة الدراسة أو تزيد، حيث تتراوح كثافة الكثبان فى منخفض الخارجة ما بين ٥ / كم^٢ وبين ٣٧ / كم^٢ (Embabi, 1982, P. 155).

أما المظهر الثانى وهو فرشاة الرمال فتغطى معظم السهول وأشباه السهول خاصة حول الوسط الشرقى فى منطقتى جبل أم شاغر وبرق السحاب وإلى الجنوب منهما، وفى مواضع عديدة شرق المنطقة (Awad & El-Sorady, 1987, P. 17) كما توجد الفرشات الرملية فى الجزء الأوسط حول الكثبان الرملية أو متخللة إياها، وتوجد أيضاً بمساحات واسعة فى غرب المنطقة خاصة حول بئر تخليس وغرب بئر أبو الحصين وفى سهل عطمور الكبيش وعلى جانبيه درب الأربعين.

(ب) المراوح الفيضية :

تتوزع المراوح الفيضية فى منطقة الدراسة فى شمال المنطقة عند أقدام الحافة الجنوبية لسن الكداب والتى يصل متوسط مساحتها إلى ٢,٢٥ كم^٢ وقد كونتها الأودية التى تقطع الحافة.

أما فى الوسط الشمالى فتوجد المراوح بمساحات أكبر واللى يصل متوسط مساحتها إلى ٣,٩٨ كم^٢ ويرتبط بها بعض البلايا الموزعة بالمنطقة.

وتقل مساحة المراوح فى الجزء الأوسط لمنطقة توشكى حيث يبلغ متوسط المساحة ١,٥ كم^٢ وتصبح المراوح صغيرة المساحة غرب وجنوب المنطقة بحيث لايتعدى متوسط المساحة ٠,٨ كم^٢، ويقل وجودها فى الشمال الشرقى والجنوب الشرقى للمنطقة وتختفى تقريباً من الركن الغربى فى حين توجد مروحتان فى أقصى الشرق متوسط مساحتهما ١١,٢ كم^٢، ويقل وجودها فى شرق المنطقة بشكل عام.

(ج) البلايا :

يوجد عديد من البلايا فى منطقة الدراسة واللى تتسم بالتفاوت المساحى ويتركز وجودها فى شمال وغرب المنطقة كما فى شكل (٧) ، وفى الشمال الأوسط يوجد خمس بلايا متوسط مساحتها ٤,٥٤ كم^٢ فى غرب وجنوب دنقل وإلى الجنوب من حافة سن الكداب، بينما فى شرق دنقل لا يوجد إلا بلايا واحدة كبيرة المساحة، كما يوجد العديد منها شمال شرق منطقة الدراسة خاصة على طول وادى كركر ووادى السنا (El-Shazly et al., 1977, P. 57) .

ويقل وجود ظاهرة البلايا فى غرب منطقة الدراسة بشكل واضح، وهى توجد عند حافة كسيية خاصة إلى الشرق من درب الأربعين، كما توجد أيضاً جنوب جبل شرشر الواقع جنوب منخفض الخارجة والذى يحدد منطقة الدراسة من الشمال الغربى، ورواسبها هنا هى رواسب طميية، كما توجد البلايا فى الوسط الغربى للمنطقة حول نقاط المياه مثل بئر تخليس وبئر الشب وبئر كريم، والرواسب فى هذه البلايا طميية طينية تجمع معها طبقات ملحية تتخلل الرواسب (Ibid.).

وترتبط كثير من البلايا فى منطقة الدراسة بنهايات المراوح الفيضية، حيث أن عملية الترتيب الحجمى أثناء إلقاء الأودية بحمولتها عند مخرجها تودى إلى إرساب المواد الأكثر نعومة - وهى الرواسب الطميية والطينية - عند هوامش المراوح الفيضية، وتتجمع فى المواضع الأخفض منسوباً مما يساعد على تكون البلايا وتصبح مرتبطة بهوامش المراوح الفيضية.

* * *

الفصل الثانی

جیومورفولوجیة منخفض توشکی

جيو مورفولوجية منخفض توشكى

يقع منخفض توشكى فى وسط منطقة الدراسة بحيث يمتد بين خطى عرض ٢٦° و ٢٣° و ٥٢' ٣٢' و ٢٣' شمالاً كما فى شكل (٣) و (٤) و (١١) وعلى هذا فإنه يحتل قلب منطقة توشكى وإن كان أقرب للركن الغربى منه عن الركن الشرقى، ويمثل بذلك أقصى المنخفضات الصحراوية فى الصحراء الغربية فى مصر إمتداداً نحو الجنوب.

ويتحدد المنخفض بخط كنتور ٢٠٠ متر الذى يحدد معظم المنخفضات بالصحراء الغربية فيما عدا الطرف الشمالى الغربى حيث يتصل بالطرف الجنوبى لمنخفض الخارجة عبر عتبة مرتفعة يبلغ إمتدادها من الشرق إلى الغرب حوالى ٣٠ كم والتى أستخدم الباحث فى تحديدها خط تقسيم المياه بينهما لإتمام الحدود الشمالية الغربية لمنخفض توشكى، وبناء على هذا التحديد للمنخفض وصلت مساحة المنخفض ١٣١٤٢ كم^٢، وتمثل نسبة قدرها ٢٦,٨٧٪ من مساحة منطقة الدراسة. وفى دراستنا لمنخفض توشكى يمكن أن نتناول بنية وتركيب ونشأة وتطور المنخفض، ومقارنة الخصائص العامة للمنخفض بالمنخفضات الرئيسية الأخرى بالصحراء الغربية، وأهم الملامح الجيومورفولوجية المميزة لسطح المنخفض.

أولاً: منخفض توشكى النشأة والبنية :

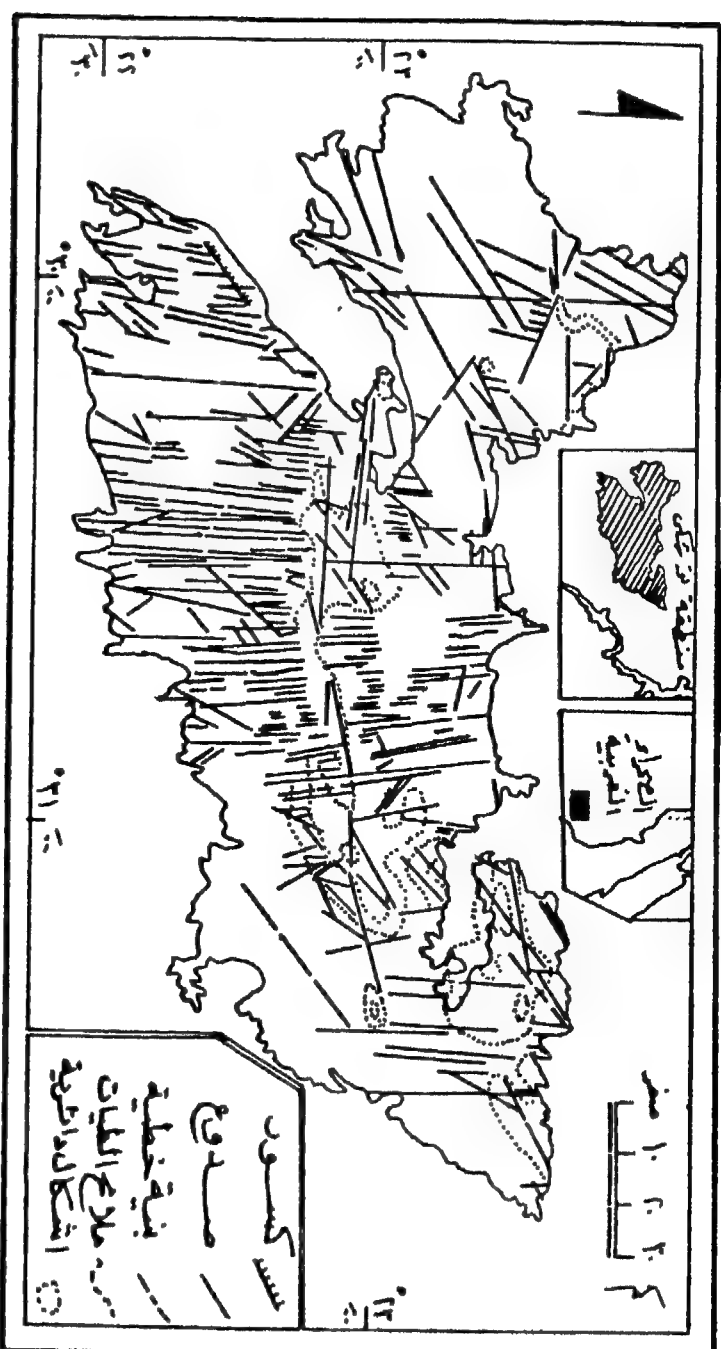
تعتبر البنية الجيولوجية من العوامل الأساسية المتحكمة فى نشأة منخفض توشكى بدرجة كبيرة وظهوره بهيئة تمتد من الشرق إلى الغرب أكثر من الأمتداد الشمالى الجنوبى وذلك على عكس الاتجاه الذى يتخذه منخفض الخارجة الواقع إلى الشمال منه. وقد ذكر بحيرى (١٩٧٩، ص ١٧) أن كنتش وبللوز & Kentsch Yallouze أن المنخفضات الصحراوية المصرية عامة قد نشأت عند إمتداد تشوهات تكتونية خطية كونت شقوقاً أرضية نفذت منها عوامل التعرية، وهذا يتفق مع ظروف بنية ونشأة منخفض توشكى.

ويتحكم فى نشأة منخفض توشكى نوعان من أنواع البنية الجيولوجية الأول منهما هو الطيات والنوع الثانى هو الصدوع. فمن حيث النوع الأول وهو الطيات فإنها تتوزع فى شمال غرب المنخفض عند إتصاله بجنوب منخفض الخارجة وفى وسط المنخفض بشكل يمتد على هيئة محور غربى - شرقى بما يتفق مع الإمتداد العرضى للمنخفض، كما يوجد مظهر هذه الطيات والقباب فى شمال وشمال شرق المنخفض والتي يظهر لها إمتداد حتى وادى كلابشة شمال شرق منطقة توشكى كما فى شكل (١١).

وتمثل الطيات بمنطقة الدراسة أجزاء من مقعرات تقع بين مرتفع نخلاى - إسوان الواقع شرق منطقة توشكى من جهة وبين مرتفع طرفاوى - أبويان فى أقصى غرب منطقة الدراسة من جهة أخرى كما فى شكل (٥). ومثل هذه المقعرات Synclines والتي تمثل أشكالاً بنائية عكس المكدبات قد تم نحت هوامشها وتخلفت الأجزاء الوسطى فأصبحت مورفولوجيتها فى الأجزاء الوسطى تبدو أعلى من المناطق الهامشية (Geofizika, 1966, P. 40)، أما الطيات الصغيرة التى أظهرتها صور الأقمار الصناعية فلها محاور طولية تمتد من شرق الشمال الشرقى إلى غرب الجنوب الغربى (El-Shazly et al., 1977, P. 45) لذا ساعدت هذه الطيات الصغيرة على نحت المنخفض وإعطائه الشكل العرضى من الغرب إلى الشرق.

ويلاحظ أن معظم مظاهر البنية الجيولوجية فى شمال ووسط المنخفض تعكس تحكماً بنائياً بفعل الطيات فى نحت وتكوين المنخفض، ويختفى وجود مثل هذه الطيات تقريباً من جنوب المنخفض. كما يشير عزت (١٩٧٤، ص ٩) إلى أن منطقة توشكى وجنوب الواحات الخارجة تمثل طيات حدثت للصخور بمحور شمال ٥٥° شرق كما أن مظهر الطيات المحلية الصغيرة يرجعها البعض إلى حدوث التفويض على طول خطوط الصدوع (Geofizika, 1966, P. 37).

أما النوع الثانى من أنواع البنية الجيولوجية التى أثرت فى نشأة وتكوين منخفض توشكى فهى الصدوع حيث تنتظم هذه الصدوع فى محاور أساسية واضحة بالمنخفض. فهناك الصدوع الرئيسية الكبرى التى تمتد من الغرب إلى الشرق بينما



شكل (١١) : بنية منخفض توشكي.

تختلف الصدوع الرئيسية ذات المحور الشمالى - الجنوبى (Ibid., P. 38) وهذا يعمل بشكل أساسى على تكسر الصخر وسهولة نحته ومساعدة عوامل التعرية على حفر المنخفض فجاءت هيئته وإمتداده مطابقة لنظام الطيات والصدوع السائدين بمنطقة المنخفض.

أما الاتجاهات الأخرى للصدوع فتتمثل فى الصدوع ذات المحور الشمالى الشرقى - الجنوبى الغربى، وهى صدوع توازى تقريباً محاور كل من المرتفع الشرقى الواقع شرق منطقة الدراسة والمرتفع الثانى الواقع غرب منخفض توشكى. ومن حيث إتجاهات الصدوع الثانوية بمنخفض توشكى فتمتد بمحور شمالى - جنوبى بالإضافة إلى بعض الاتجاهات الأخرى، وهذه الصدوع قد سهلت أيضاً عمليات النحت والتخفيض، ومعظم إتجاهات هذه الصدوع تكون بمحور متعامد على محور الطيات مما يؤدى إلى شدة تقطع المنطقة وتسهيل عمليات نحتها.

ثانياً : التطور الجيولوجى والبنىوى لمنخفض توشكى :

مر منخفض توشكى بتغيرات جيولوجية أورد بعضها عزت (١٩٧٤)، ص ص ٦ - ٩) ويمكن إيجازها كما يلى :

١- فى عصر ما قبل الكمبرى بدأت معظم التراكيب الجيولوجية بالوادى الجديد فى التكون نتيجة تعرض المنطقة لضغوط من الشمال، ونتج عن ذلك تكون طيات بمحور شرقى - غربى، وحدثت تشققات فى القشرة الأرضية بإتجاهات موازية لمحاور هذه الطيات فى منطقة جنوب الواحات الخارجة - والتى تتضمن أساساً منخفض توشكى.

٢- ترسبت صخور الحجر الرملى النوبى فى حقب الحياة القديمة وذلك فى نهاية العصر الديفونى، وقد حدث تغير فى إتجاه القوى الضاغطة فى إتجاه عقارب الساعة، ولذا أصبح الإتجاه الرئيسى لها من الجنوب الشرقى إلى الشمال الغربى (عزت، ١٩٧٤، ص ٧). وفى عصر الجوارسى حدث غمر بحرى

وكانت منطقة الدراسة مرتفعة وحدثت حركة رفع للمكونات الجيولوجية السابقة للعصر الجوراسى.

٣- تعرضت منطقة الدراسة لغمر بحرى فى العصر الكريتاسى وكان البحر يتسم بقلّة العمق، وفى تلك الأثناء حدثت حركة إرتفاع جبال البحر الأحمر ومن هنا بدأت منطقة الوادى الجديد ومعظم منطقة توشكى فى الإرتفاع ووصلت المنطقة إلى أقصى إرتفاع لها، وإستمرت التراكيب الجيولوجية فى الإرتفاع.

٤- فى عصر الإيوسين تعرضت المنطقة لحركة طى ومنها هضبة أبو طرطور وكان محور الحركة من الشمال الشرقى إلى الجنوب الغربى واستمر إرتفاع منطقة الوادى الجديد بما فيها معظم أراضى منطقة توشكى.

٥- تعرضت منطقة الوادى الجديد فى نهاية عصر الإيوسين وإلى الجنوب من خط عرض ٢٨° شمالاً لعوامل التعرية، ووصلت قمة النحت فى عصرى الأوليجوسين والميوسين، وساعد هذا على نحت وتعميق مناطق المنخفض، وفى هذا العصر إشتدت حدة القوى الرافعة لمنطقة الوادى الجديد وتعرضت التراكيب الجيولوجية لمناطق اللوحات الخارجة لعوامل تعرية شديدة الفعالية.

٦- فى عصر الأوليجوسين حدث سقوط أمطار غزيرة وتسبب إرتفاع جبال البحر الأحمر فى زيادة معدلات الأمطار والتي كانت تصرف مياهها فى شمال منطقة الخارجة، وحينما تكون نهر النيل فى عصر الميوسين بدأت منطقة جنوب الخارجة ومنخفض توشكى فى الجفاف. وبحلول عصر البليستوسين تعرضت المنطقة لأمطار غزيرة أدت إلى تشكيل ظاهرات عديدة بمنخفض توشكى، وبهذا يبدو أن المنخفض قد نشأ نشأة بنائية أولاً ثم تعرضت الطيات ومواضع الصدوع للنحت والتخفيض فى مرحلة لاحقة، وتركت كلها بصمات واضحة على سطح المنخفض على هيئة أشكال جيومورفولوجية اما من اصل بنائى أو ناتجة عن عوامل النحت والإرساب.

ثالثاً : الخصائص العامة للمنخفض :

يمتد منخفض توشكى بشكل عرضى من الغرب إلى الشرق كما سبق الذكر، ويصل أقصى طول له فى هذا المحور ٢٢٢ كم، ويبلغ إتساعه من الشمال إلى الجنوب ١٢١ كم ولذا فإن معامل الشكل يبلغ ٠,٥٤، ويبلغ متوسط إتساع المنخفض ٥٩,٢ كم. ويتصف منخفض توشكى فى إمتداده بأنه المنخفض الوحيد الذى قد يشابه منخفض الداخلة فى إمتداده بمحور شرقى - غربى إلا أنه يتميز عنه بأنه منخفض مغلق ومحدد، وأن شكله يبدو غير منتظم الهيئة بحيث يأخذ شكلاً متشعباً. وتبلغ مساحة منخفض توشكى ١٣١٤٢ كيلومتراً مربعاً وبذلك يتميز المنخفض بكبر مساحته، وتمثل هذه المساحة ١,٩٣٪ من مساحة الصحراء الغربية فى مصر والبالغ مساحتها ٦٨١ ألف كيلومتراً مربعاً، ويحتل بذلك المرتبة الثانية من حيث المساحة بين المنخفضات الأخرى بالصحراء الغربية، ولا يفوقه فى ذلك سوى منخفض القطارة كما فى جدول (١٠).

أما من حيث عمق منخفض توشكى فهو قليل نسبياً حيث يبلغ أدنى منسوب به ١٠٢ متر فوق سطح البحر، ولذا يأتى منسوب قاع المنخفض فى المرتبة السابعة بين المنخفضات الرئيسية بالصحراء الغربية فى هذه الخاصية. وقد يرجع ذلك إلى الاتجاه الذى يأخذه المنخفض وهو بشكل عرضى من الغرب إلى الشرق فى معظم أجزائه ووقوف هضبة سن الكداب إلى الشمال منه مما يعوق تأثير النحت بفعل الرياح وتعميقه نسبياً، ويضاف إلى ذلك نشأته البنائية فى هيئة طيات مقعرة نحتت جوانبها وظل وسط الطية ثابتاً مما قلل من التعميق النسبى لقاع المنخفض، وقد يرجع ذلك أيضاً إلى عامل ثالث وهو تعرض قاع المنخفض فى عصر الهولوسين للردم والإرساب بفعل الرياح مما جعله يستقبل رواسب أكثر مما يفقد، فعمل ذلك على رفع منسوب القاع عن طريق الردم أكثر من التعميق عن طريق عملية النحت والإزالة.

ويلاحظ أن معظم تضاريس المنخفض تقع بين منسوبى ١٧٥-٢٠٠ متراً وقلما يرتفع السطح عن منسوب ٢٠٠ متر، وهذا المنسوب لسطح المنخفض يتركز وجوده

فى أقصى شرق المنخفض وفى غربه وجنوبه الغربى كما فى شكل (١٢). ويعكس القطاع التضاريس شكل (١٣) وجود تباين تضاريسى مابين إرتفاع وإنخفاض سطح المنخفض بالإمتداد من الشرق إلى الغرب، كما يظهر وجود منخفضات ثانوية يتضمنها منخفض توشكى والتي أطلق عليها منخفض رقم (١) ومنخفض رقم (٣) ومنخفض رقم (٤) (عيسان، ١٩٩٥، ص ٢٠) حيث ينقسم منخفض توشكى أساساً إلى أربعة منخفضات ثانوية تتصل ببعضها إتصلاً جزئياً، كما يعكس القطاع أيضاً وجود الطبوغرافيا المرتفعة والمنخفضة فى قلب منخفض توشكى ويظهر القاع المستوى والكتل المعزولة والجزر الجبلية والحافات التى تفصل فصلاً جزئياً بين المنخفضات الثانوية.

جدول (١٠) : مساحة وعمق منخفض توشكى مقارناً بمنخفضات الصحراء الغربية.

المنخفض	المساحة كم ^٢	الترتيب	أقل منسوب بالمتر	الترتيب
القطارة	١٩٥٠٠	١	- ١٣٤	١
توشكى	١٣١٤٢	٢	١٠٢	٧
الفرافرة	١٢٧٨٠	٣	٢٦	٦
الخارجة	٥٥٠٠	٤	٢	٥
البحرية	١٨٠٠	٥	١٦٠	٨
الداخلية	١٥٠٠	٦	- ١٨	٣
سيوة	١٠٨٨	٧	- ١٧	٤
النطرون	٥٠٠	٨	- ٢٣	٢

المصدر : عن أبو العز (١٩٦٨)، وسليم (١٩٩٢) ودعب (١٩٩٧) والمراة وتوشكى من حساب الباحث.

رابعاً : المعالم الجيومورفولوجية لمنخفض توشكى :

يتميز قاع منخفض توشكى بوجود ظاهرات جيومورفولوجية عديدة هى الحافات، والقياب والأحواض الصحراوية والسهول وفرشات الرمال، والجزر الجبلية، والتلال المعزولة، والكتبان الرملية، والأودية الجافة.



المصدر : تم رسمها من مجموعة الخرائط الخاصة بالمنطقة متقايده ١ : ١٠٠٠٠٠ وضرائط اوسمان بييرمير
والكلبيس ١ : ٢٥٠٠٠٠ .

شكل (١٧) : للخرطة الكنتورية لمنخفض توشكي.

فالحافات الجبلية الموجودة بمنخفض توشكى عديدة منها الحافة الشمالية المحددة للمنخفض وهى حافة سن الكداب والتي تأخذ إتجاهاً عاماً من الشرق إلى الغرب، وقد نشأت هذه الحافة نشأةً بنائيةً حيث تحكم فى نشأتها وإمتدادها الصدوع الرئيسية التى تأخذ محوراً شمالياً - جنوبياً من جهة واتجهاً شرقياً - غربياً من جهة أخرى (El-Shazly et al., 1977, P. 25).

أما الحافات الموجودة فى قاع المنخفض نفسه فتتوزع فى الركن الشمالى الشرقى والجنوبى الشرقى، كما توجد فى وسط المنخفض أيضاً. وتظهر أكثر الحافات وضوحاً فى الجزء الأوسط للمنخفض ويبلغ ارتفاعها ٢٠٠ متر فوق سطح البحر فى حين تعتبر الحافات فى الشمال والشمال الغربى للمنخفض - إلى الغرب من حافة سن الكداب - أخفض منسوباً، وتكون فى إمتدادها على هيئة عدد من المدرجات تفصل بينها حافات حادة شديدة الانحدار (Ibid., P. 26) فى حين تقل الحافات فى غرب المنخفض وإن كانت تتميز هنا بأنها عبارة عن كتل صدعية طولية المظهر ويبلغ إتساعها ما بين ٥ - ٣٠ كم (Geofizika, 1966, P. 38) .

وتعتبر ظاهرة القباب المظهر الجيومورفولوجى الثانى المميز لسطح المنخفض، ويتركز معظم هذه القباب فى الجزء الأوسط وفى الوسط الغربى للمنخفض أيضاً كما فى شكل (١٤) وهى نفس المنطقة التى تتسم بأنها ذات بنية إلتوائية حيث أصابتها حركة الطى السابق ذكرها وكونت مقعراً يعرف بالمنخفض النيلى والذى يقع بين الجانبين المرتفعين اللذين يقعان إلى الشرق وإلى الغرب منه وهما مرتفع نخلاى - إسوان فى الشرق ومرتفع أبوبيان - طرفاوى فى الغرب، وحيث أن المنطقة قد تعرضت لحركات تجديد للبنية الجيولوجية على طول الفترات الجيولوجية التى مرت بها فإن هذا قد ساعد على تكون ظاهرة القباب.

وتأخذ معظم القباب محاور تتركز بين شمال ٥٧٤° شرق وبين شمال ٥٨٨° شرق، ويصل متوسط مساحة القباب التى يتضمنها منخفض توشكى ٢,٨٣ كم² . ويتراوح قطر القباب ما بين ٠,٥ - ١,٥ كم وهى تتميز فى المنخفض بأنها ذات أبعاد صغيرة نسبياً، حيث يذكر أبو العينين (١٩٨٩، ص ٦٥٢) أن القباب الصخرية يبلغ قطر كل واحدة منها بشكل عام ٣ - ٨ أميال (أى حوالى ٥ - ١٢,٨ كم).

ويوجد مظهراً جيومورفولوجياً ثالثاً وهو الأحواض الصحراوية (البولسون)، وهي ظاهرة بنائية تبدو بشكل أحواض صغيرة مغلقة، وتوجد في المنخفض في مواضع مرتبطة بخطوط الصدع التي حدث لها تكسر، وهذه الظاهرة ذات أصل بنائي من نوع المحدثات، ثم نحتت قمم هذه المحدثات ونتج عن ذلك شكل منخفض، ويبلغ انحدار بعض هذه المحدثات ٣٠°، وتصبح منخفضات محددة بصخور وتغطي قيعانها الرمال (Geofizika, 1966, P. 40) .

أما المظهر الجيومورفولوجي الرابع فهو السهول وفرشات الرمال، حيث تمتد الظاهرة على مساحات واسعة بالمنخفض. فهي توجد في شمال غرب المنخفض وفي جنوبه الغربي وبعض المناطق الجنوبية والشمالية الشرقية. ومعظم هذه السهول تكون ذات هيئة مستوية أو مموجة تموجاً خفيفاً. وترجع نشأة هذه السهول أما لعمليات النحت وتخفيض سطح الأرض أو لعمليات الإرساب وتكوين المراوح الفيضية المتقاربة أو المتلاحمة والتي تشكل بذلك سهول البهادا في النهاية.

وقد تغطي بعض السهول الناتجة عن عمليات النحت بفرشات الرمال وبعضها الآخر قد تغطيها التكوينات الحصوية والتي تظهر على هيئة أرصفة صحراوية Desert Pavements خاصة في مناطق أشباه السهول والسهول التي تتعرض لعمليات التجوية والنحت. أما السهول الناتجة عن الإرساب الفيضي فتغطيها الرواسب ذات الأحجام الكبيرة من الأحجار والجلاميد والتكوينات الحصوية وتتركز بوضوح في شمال المنخفض.

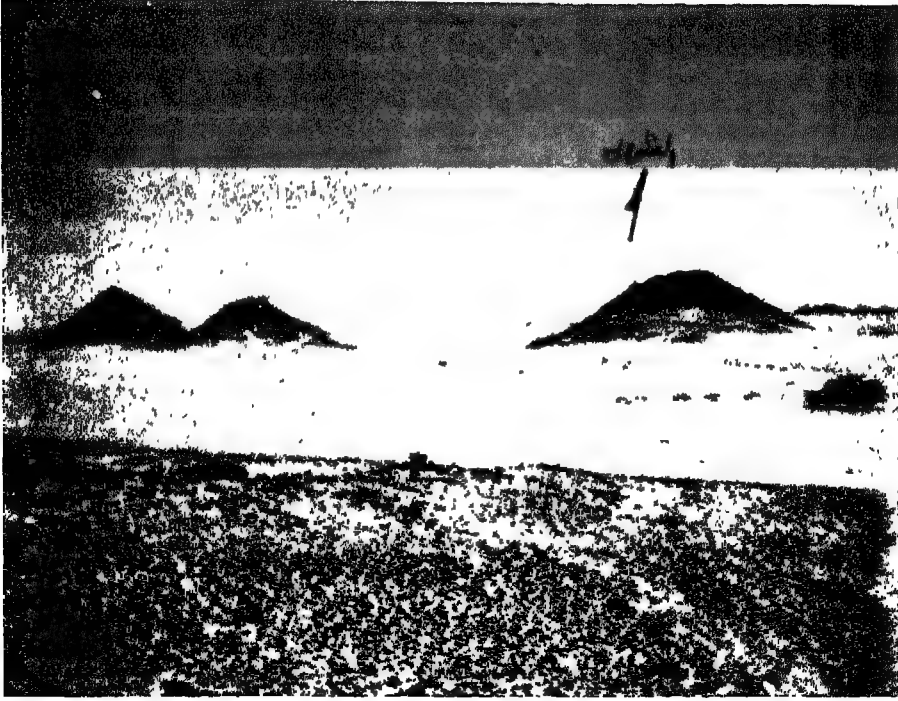
ويرتبط بالنوع الأخير من السهول - وهي سهول الإرساب الفيضي - ظاهرة البلايا كما سبق الذكر والتي تتركز في شمال وشمال شرق منخفض توشكي، ويقل وجودها في الجنوب والجنوب الغربي وغرب المنخفض، وهي تتكون في طبوغرافيا مسطحة وفي شكل طبقات أفقية، وتشغل أخفض الأجزاء داخل المنخفض أو في قاع المنخفضات الثانوية التي ينقسم إليها منخفض توشكي خاصة عند أقدام الحافات (El-Shazly et al, 1977, P 57).

ويتمثل المظهر الجيومورفولوجي الخامس في قاع منخفض توشكى في ظاهرة الجزر الجبلية Insbergs ، وتتوزع فيما بين دنقل وأبوسمبل بشكل واضح حيث يوجد عشرة كتل طولية تتفصل عن بعضها البعض، منها جبل أم شاغر في شمال شرق المنخفض والمكون من الصخور الجرانيتية والذي يتسم بسفوح شديدة الانحدار أيضاً، ومن أشهرها جبل برق السحاب الواقع إلى الشمال الشرقي من جبل أم شاغر، (38 , P. 1966 , Geofizika) وهى كلها تمثل أشكالاً تخلفت عن عملية النحت فى هذه البيئة الصحراوية.

وتعتبر التلال المعزولة الظاهرة السادسة التى ينتشر وجودها فى منخفض توشكى. وتتوزع التلال المعزولة فى الشمال والشمال الشرقى وأقصى الشمال الغربى وفى جنوب المنخفض أيضاً. ويلاحظ ارتباط هذه التلال بالحافات التى تبدو مقطعة بشكل واضح، ويوجد نمط من التلال تعرف بالتلال شبه السلمية Step - like hills وهى من مظاهر النحت بالمنخفض (Ibid., P. 40)، كما فى صورة (١).

أما المظهر الجيومورفولوجي السابع فيتمثل فى الكثبان الرملية التى تنتشر فى منخفض توشكى على هيئة تجمعات وبأنماط متعددة سواء الكثبان الهلالية أو الكثبان الطولية وكلها تمثل مظهراً من مظاهر الإرساب فوق قاع المنخفض. ويرتبط وجود الكثبان فى المنخفض إما بالسهول الفسيحة وسط المنخفض والتى يشتد بها عمليات النقل والتشكيل، أو تتكون خلف العوائق من التلال والحافات مما يكسبها الهيئة الطولية وتبدو فى شكل حافات رملية كما فى شكل (١٤).

وتعتبر الأودية الجافة المظهر الجيومورفولوجي الأخير والمميز لسطح وجوانب وحافات منخفض توشكى حيث يوجد العديد منها، وكلها ذات نظم صرف داخلى سواء الأودية المنحدرة من حافة من الكداب نحو الجنوب أو تلك المنحدرة من الحافة الجنوبية والجنوبية الغربية للمنخفض تجاه الشمال. كما توجد مجموعة ثالثة من الأودية تنحدر من المسطحات الصخرية المرتفعة ومن فوق الجزر الجبلية نحو المواضع المنخفضة فى مختلف الاتجاهات.



صورة (١) : التلال المعزولة في أقصى الطرف الشمالى الشرقى لمنطقة الدراسة.

ومن خلال تحليل خصائص بعض الأودية الجافة في منخفض توشكى تحليلاً مورفومترياً وجد أن رتب الأودية تتراوح ما بين الرتبة الثانية والرتبة الرابعة، وإن كانت الرتبة الثالثة هي الأكثر شيوعاً. وقد ذكرنا جيستى وشندر (Giusti & Schneider, 1965, P. 1) أن معدل التشعب للأودية يتراوح بين ٢ في المناطق المستوية أو المموجة وبين ٣ - ٤ في المناطق المرتفعة والجبلية عند هورتون Horton بينما يبلغ متوسط التشعب عند سترهلمر ٣,٥، ولذا فإن الغالبية العظمى لمعدلات التشعب لأودية منخفض توشكى تتفق مع المعدلات المذكورة حيث لايشذ إلا وادياً واحداً يبلغ معامل تشعبه ٧ بينما باقى معاملات التشعب لاتزيد عن ٤ كما

فى جدول (١١). كما أن معدل تغير عدد الأودية بزيادة الرتبة تراوحت القيم ما بين ٢,٥- وبين ٦,٥، ويتضح ذلك من شكل (١٥) وملحق (٢).

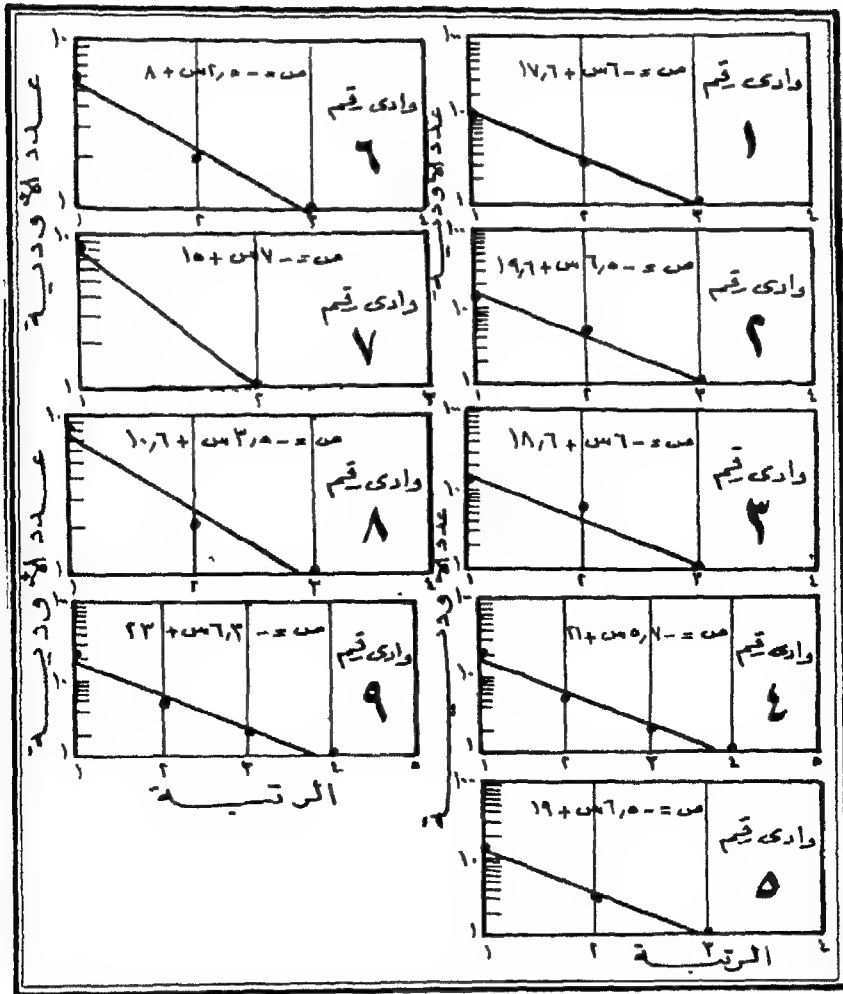
جدول (١١) : متوسط الخصائص المورفومترية لأودية منخفض توشكى.

عدد الحالات	طول الحوض كم	عرض الحوض كم	طول الشبكة كم	الكثافة كم / كم ^٢	التكرار وادى/كم ^٢	درجة الانحدار	مدى معدل التشعب
٩	١١,٠٤	٧,١٥	٥٥,٤	٠,٦١	٠,٣٣	٠,٢ - ٠,٢٥	٧-٢,٩

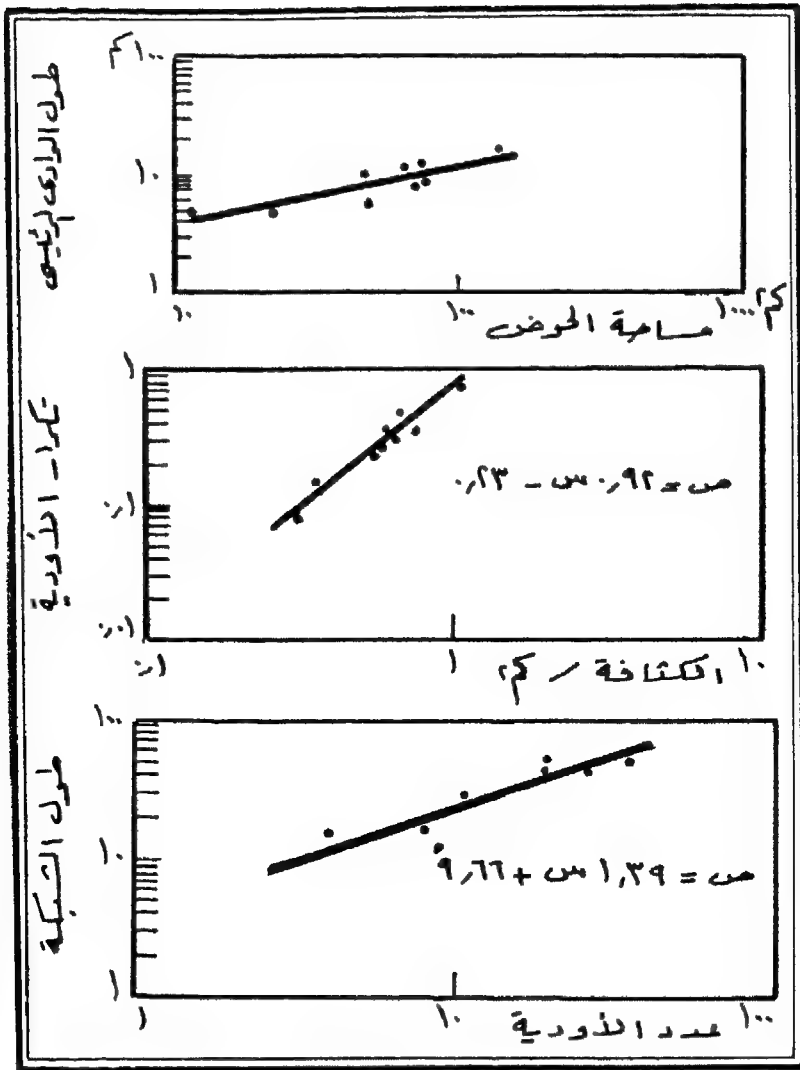
* تم التحليل من الخرائط أرقام ٣٩٧، ٣٧٢، ٢٧٧، ٣٠٠، ٣٧٣، ٢٧٨، ٢٩٩، ٣٧٥، ٢٩٨، ٢٧٩ مقياس ١ / ٢٥٠٠٠

ويبلغ متوسط طول شبكة التصريف للأودية المختلفة بالمنخفض ٥٥,٤ كم، وعلى الرغم من ذلك فإن هذه الأودية تتميز بانخفاض كثافة التصريف بشكل واضح حيث يبلغ متوسط الكثافة ٠,٦١ كم / كم^٢، وقد يرجع ذلك إلى كونها أودية صحراوية وأن المنطقة تتميز بالجفاف مما قلل من أعداد الأودية نسبياً حيث يقل التكرار إلى ٠,٣٣ وادى / كم^٢ أيضاً. وتتصف الأودية بانحدارات خفيفة، حيث يتراوح انحدار المجرى الرئيسى ما بين ٠,٢ - ٠,٢٥ كما فى جدول (١١).

وتقل قيمة العلاقة بين الكثافة والتكرار حيث لايزيد معدل التكرار عن ٠,٩٢ مع الكثافة وهو مقدار أقل من نصف المعدل المعتاد وهو ٢، كما فى شكل (١٦). كما يقل معدل التغير فى طول الوادى الرئيسى للأودية ويلاحظ ذلك من خلال ميل خط الإنحدار بدرجة خفيفة، وتقل قيمة معدل زيادة طول الوادى الرئيسى مع مساحة الحوض فى أودية منخفض توشكى إلى ٠,١ كم شكل (١٦)، فى حين يصل هذا المعدل فى بعض المناطق فى العالم ما بين ٠,٣ - ٠,٦ كم (Masley & Parker, 1973, P. 3123).



شكل (١٥) : العلاقة بين الرتبة والعدد لأودية منخفض توشكى.



شكل (١٦) : الخصائص المورفومترية لأودية منخفض توشكى.

ولا يقتصر تأثير مساحة الحوض على طول الوادى الرئيسى فقط بل يؤثر أيضاً على الطول الإجمالى لشبكة التصريف بالحوض. وقد وجد أن تأثير مساحة الحوض على طول الشبكة لأودية منخفض توشكى يمثل تأثيراً قليلاً حيث بلغ معدل الزيادة فى طول الشبكة مع مساحة الحوض ٠,٣٥ كم فقط باستخدام أسلوب تحليل الانحدار البسيط، وهو معدل يقل إلى ثلث القيمة المعتادة والتي تصل فى الغالب ٠,٨ - ٠,٩ كم وقد يرجع ذلك إلى قلة التساقط وبالتالى ضعف تكوين ونمو شبكات الأودية مما يقلل من الطول الإجمالى لشبكة التصريف بالحوض الواحد. كما يؤثر بطئ الإنحدار أيضاً على إنخفاض الطول الإجمالى لشبكة التصريف.

ويظهر أيضاً ضعف تأثير الخصائص المورفومترية للأودية على طول شبكة التصريف بمنخفض توشكى فى علاقة تأثير عدد الأودية على طول الشبكة. فقد بلغ معدل التغير فى طول الشبكة ١,٣٩ كم مع الأودية، بمعنى أنه إذا زادت أعداد الأودية وادياً واحداً فى الحوض فإن طول الشبكة يزيد بمقدار ١,٣٩ كم تبعاً لذلك كما فى شكل (١٦) وهو معدل يبدو قليلاً كما هو واضح.

* * *

الفصل الثالث

جیومورفولوجیة وادی توشکی

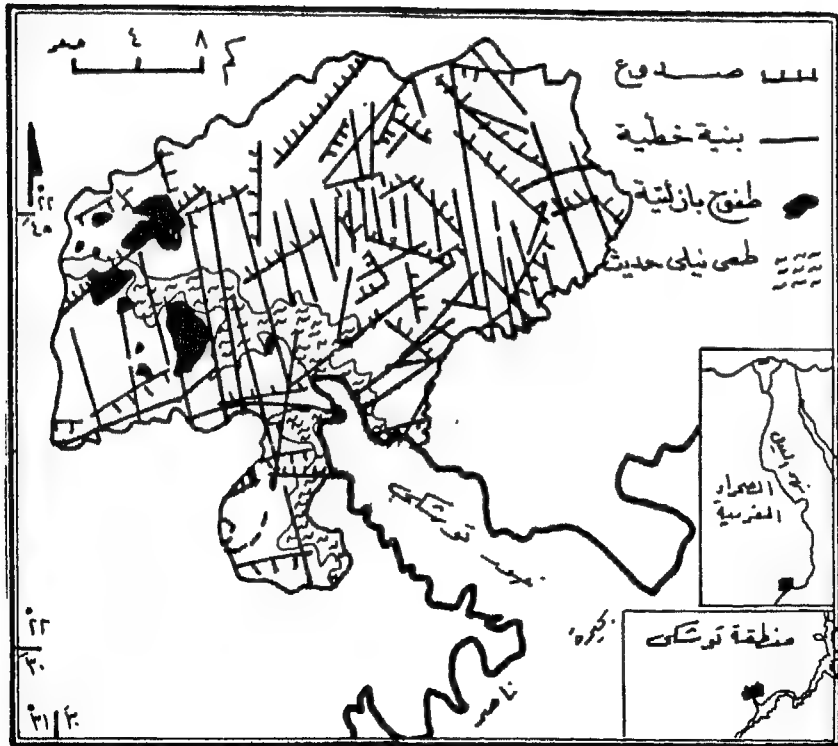
جيوهمورفولوجية وادى توشكى

يقع وادى توشكى فى أقصى الطرف الشرقى لمنطقة توشكى كما فى شكل (٣) ويوجد واديان يعرف كل منهما باسم وادى أو خور توشكى احدهما شرق بحيرة ناصر والثانى غرب بحيرة ناصر كما فى شكل (١)، وكلاهما ذو نظام تصريف نيلى، وسوف تتصب دراستنا على وادى توشكى الواقع غرب بحيرة ناصر والذى يقع ضمن منطقة توشكى وهى المنطقة المعنية بالدراسة.

وفى هذه الدراسة سوف يتناول الباحث بنية وتطور حوض التصريف، والملامح الجيومورفولوجية المميزة لحوض الوادى، ثم التحليل المورفومتري لشبكة التصريف مقارنة بنظيرتها فى منطقة توشكى من جهة وبذلك الموجودة شرق بحيرة ناصر من جهة أخرى، ثم دراسة قطاعات الأودية، وقناة مفيض توشكى.

أولاً: بنية وتطور حوض وادى توشكى :

يتميز حوض وادى توشكى بوجود عدد كبير من الصدوع والتي تأخذ إتجاهات متعددة كما فى شكل (١٧). وتحمل الصدوع التى تمتد فيما بين ٥٥ - ٥٢٥ غرباً المرتبة الأولى فى عدد الصدوع، وهى تنتمى للنظام الأريتري للصدوع والذى يظهر بوضوح فى وادى كلايشة بمنطقة توشكى، وفى وادى العلاقى أيضاً، وتبلغ نسبة هذا الاتجاه ٣٤,٥% من جملة عدد الصدوع بالحوض، ولما كان هذا النوع من الصدوع يظهر شرق وغرب بحيرة ناصر أيضاً فإنه يعكس أثر عمليات للتصدع التى أصابت منطقة شرق النيل وتشابها مع نظيرتها فى غرب النيل وأن وادى توشكى يشبه كل من وادى العلاقى شرقاً ووادى كلايشة غرباً فى تأثير نشأته بهذا النظام من الصدوع، والذى نشأ بسبب حدوث عمليات تصدع لصخور القاعدة الأركية (El-Shazly et al., 1977).



المصدر : مستخرجة من EL Shazly, et al. 1977, Riad, 1978, & Geofizika, 1966. وتجميع الباحثة

شكل (١٧) : بنية وتطور حوض وادي توشكى.

وتحتل الصدوع التي تأخذ إتجاها بين 25° شرقاً وبين 55° شرقاً المرتبة الثانية في الأهمية حيث تبلغ نسبة عددها $28,6\%$ من جملة أعداد الصدوع كما في جدول (١٢) وهذه الصدوع تنتمي لنظام الأقواس السورية، ويليهما في الأهمية - وبالتالي التأثير - تلك الصدوع التي تنتمي لنظام بحر تثنس والتي تأخذ محاور عامة من الشرق إلى الغرب بحيث تقع ما بين 75° - 90° شرقاً وبين 75° - 90° غرباً، ويستأثر هذا النظام بنسبة $10,7\%$ من جملة عدد الصدوع بالحوض، في حين يقل نصيب الإتجاهات الأخرى لنظم الصدوع عن 10% لكل اتجاه رئيسي سواء نظام اتجاه شرق إفريقيا أو نظام اتجاه خليج العقبة أو غيرهما.

وهكذا يتضح أن الاتجاه الأريترى، واتجاه شرق إفريقيا واتجاه بحر تنس واتجاه الأقواس السورية للصدوع الموجودة فى حوض توشكى قد تضافرت مع بعضها وأثرت على نشأة شبكة التصريف بالحوض، وهذه الاتجاهات قد تأثرت بالصخور الأركية، وقد تطورت على ظواهر صخور القاعدة الأساسية خاصة الجرانيتية بالمنطقة (El-Shazley et al., 1977, PP. 38, 43, 44).

جدول (١٢) : اتجاهات خطوط البنية الجيولوجية فى حوض وادى توشكى.

نوع الصدوع	اتجاه شرق إفريقيا	اتجاه للمعبرة	اتجاه الأقواس السورية	اتجاه بحر تنس	الاتجاه الأريترى	اتجاهات أخرى	المجموع
اتجاه الصدوع	٥٥ ق و ٥٥ غ	٥٥ ق	٥٢٥ ق	٥٧٥ ق - ٥٩٠ ق	٥٥ - ٥٢٥ غ	٥٧٥ - ٥٩٠ ع	
عدد الصدوع	٦	٤	٢٤	٩	٢٩	٨	٨٤
% من جملة العدد	٧,١	٤,٨	٢٨,٦	١٠,٧	٣٤,٥	٩,٥	١٠٠%

• المصدر : تم حساب الجدول من شكل (١٧) فى حوض وادى توشكى

وقد مر حوض وادى توشكى بتطور جيولوجى وبنىوى متميز . ففي عصر ما قبل الكامبرى وعصر الكامبرى وجدت صخور القاعدة البللورية قبل ترسيب الحجر الرملى النوبى فى الزمن الثانى، ثم تعرضت المنطقة لحركة رفع تكتونى فارتفعت الصخور الأركية وأصبحت كظواهر صخرية ممتدة بمحور شمال شرقى - جنوبى غربى وتمثل كتلة مرفوعة بسبب حدوث وتكون مرتفع نخلاى - إسوان (Awad & El-Sorady, 1987, P 10) كما فى شكل (٥).

وفى عصر الأوليجوسين تعرضت المنطقة لحدوث طفوح بازالتية ولم يكن وادى توشكى قد تكون بعد. وقد تعرضت المناطق الواقعة إلى الجنوب من خط عرض ٢٨°

شمالاً لعوامل نحت وتعرية فى الأوليجوسين والميوسين كما سبق الذكر ومن ثم تعرضت أراضي الحوض إلى النحت والتخفيض (عزت، ١٩٧٤، ص ص ٥ - ٨).
وحينما بدأ حفر وادى النيل فى مصر العليا فى عصر الميوسين على أقدم تقدير - حيث يقطع النهر التكوينات الأوليجوسينية - وتعرضت أيضاً أراضي شمال شرق أفريقية لحركة رفع كرد فعل لنشأة أخدود البحر الأحمر أصبح لنهر النيل روافد ترفد إليه من الشرق والجنوب الشرقى مثل شعيت وخريط والعلاقي وقبقة فى البليوسين سواء فى أوائل العصر أو فى آخره (أبو العز، ١٩٦٨، ص ص ١٣٢ - ١٣٣).
وأصبح أيضاً من المحتمل بداية تكون حوض وادى توشكى فى البليوسين، خاصة بعد حدوث حركة الرفع نخلأى - أسوان فى فترات سابقة، وتكون الخليج البليوسينى الذى يحتل مجرى النيل الحالى محور هذا الخليج، وأن نظم التصريف شرق بحيرة ناصر لاشك أنها قد بدأت فى التكون فى فترة البليستوسين نتيجة الأمطار الغزيرة فى العصر البونطى Pontic (المرجع السابق) ، ونتيجة حركة الرفع ظهرت منطقة تقسيم المياه بين وادى النيل شرقاً والمناطق الداخلية التى كانت تمثل مقعراً بنائياً غرباً والذى يعرف بالمنخفض النيلي. ومن هنا يمكن أن نستنتج أن وادى توشكى قد بدأ تكونه فى عصر البليوسين وتجسم شكل شبكة التصريف واكتمل نظامها فى عصر البليستوسين حيث مارست المياه الناتجة عن الأمطار الغزيرة عملها فى نحت وتخفيض السطح.

ويشير الشاذلى (El-Shazly et al., 1977, P. 30) إلى أن معظم الأودية التى تصرف مياهها نحو نهر النيل وبحيرة ناصر هى أودية تحكم بنائى نتيجة وجود صدوع وكسور كبيرة تأخذ اتجاهاً شرقياً - غربياً واتجهاً شمالياً غربياً - جنوبياً شرقياً ولذا فإن أمطار عصرى البليوسين والبليستوسين قد أدت إلى نشأة وادى توشكى حيث سهلت الصدوع عملية النحت بفعل المياه، حيث بلغ عدد الصدوع فى حوض الوادى ٨٥ صدعاً وشكلاً من أشكال الكسور ولذا تبلغ الكثافة ٠,١٢ صدع / كم^٢ والتى تبلغ أربعة أمثال كثافة الصدوع فى منطقة الدراسة كلها والتى بلغ بها جملة الصدوع ١٥٤٠ صدعاً (Ibid., P. 34) فى مساحة قدرها ٤٨٩٠٣ كم^٢ ولذا فإن كثافة الصدوع العامة فى منطقة توشكى لا تزيد عن ٠,٠١٩ / كم^٢.

ثانياً : الملامح الجيومورفولوجية لحوض وادى توشكى :

يتميز حوض وادى توشكى بشدة نحته بدرجة كبيرة ولذا تبدو الأشكال الأرضية فى الغالب على هيئة سطح شبه مستوى فوق الحجر الرملى النوبى وتنتشر به التلال المعزولة التى تبدو فى هيئة هضيبات منعزلة شديدة الانحدار Butts والتى تعكس النتائج النهائية لنحت السطح وإزالة جزء كبير من التضاريس (El-Demerdash, 1978, P. 391) واقتراب سطح الحوض من مرحلة شبه السهل.

وتنتشر التلال فى حوض توشكى فى الجنوب والغرب، وفى أقصى الشمال، وفى الوسط الجنوبى للحوض كما فى شكل (١٨) ونظراً لشدة نحت الحوض فإن هذه التلال والهضيبات الصغيرة تظهر بوضوح فى منطقة تقسيم المياه فيما بين حوض وادى توشكى والأحواض المجاورة سواء ذات الصرف النيلى أو ذات التصريف الداخلى بمنطقة توشكى.

ويظهر بسطح حوض تصريف وادى توشكى بعض الحافات التى توجد فى الجزء الأدنى للوادى الرئيسى، كما توجد فى شمال شرق الحوض فى منطقة المحور الرئيسى الذى تم عليه حدوث حركة الرفع نخلای - إسوان السابق ذكرها فى شكل (٥) وتبدو المنابع العليا للوادى فى هيئة خانقية لوجود مثل هذه الحافات، وتتميز الحافات عامة بأنها قصيرة الامتداد وقليلة الارتفاع.

ويعكس شكل (١٨) أن أراضى ما بين الأودية Interfluves أنها سهول وأشباه سهول مغطاة إما بالحصى والأحجار والجلاميد أو مغطاة بفرشات رملية، وقد تكون أراضى صخرية موجة. ويلاحظ أن المراوح الفيضية بالحوض قليلة، كما تقل أيضاً الجزر الجبلية نسبياً بسبب شدة نحت التضاريس ولا يوجد الا بعض الجزر الجبلية المميزة مثل قارة الهرم فى أقصى الجنوب والتى ترتفع إلى ٣١٠ متراً فى منطقة خط تقسيم المياه بين حوض وادى توشكى والأحواض الواقعة إلى الجنوب منه، وقارة المخروط أيضاً والتى ترتفع إلى ٣٠٦ متر عن مستوى البحر وتقع أيضاً فى منطقة خط تقسيم المياه فى الجنوب الغربى لحوض تصريف وادى توشكى^(١).

(١) قراءة من خريطة : عرب توشكا، ١٩٩١، مقياس ١/٥٠٠٠٠.



شكل (١٨) : الملامح الجيومورفولوجية لحوض وادي توشكي.

أما الكتبان الرملية كاحد الأشكال الحيومورفولوجية المميزه لسطح الحوص
فوجد في موضعين أساسيين، الأول بوحده في الوسط الحوى فيما بين السد
والأراضي الصحريه المموحه، أما الموضع التالى الذى يتوزع به الكتبان الرملية
فهو على بمين طريق أبوسمبل - العويبات - حلفا، كما توجد باعداد قليلة في الفضاء
الأوسط للمحري الرئيسى لوادى توشكى على يسار المحرى، وهذه الكتبان ترتبط
بالعوائق من نلال وهضبات صعيبة والننى تساعد سهولة السطح فيما وراء هذه
التلال والهضبات على تشكيل الكتبان الرملية والتى أحياناً تتكون بشكل يتعاند على
انجاء محرى الوادى وتمتد فيما بين الصفتين كما في صوره (٢).



صورة (٢) . الكتبان الرملية في أعالي روافد الركن الشمالى العربى لوادى توشكى
من النوع الهلالى.

وهكذا يتضح أن عمليات النحت والتخفيض التى أثرت على سطح الحوض وأدت إلى الوصول به أو الاقتراب من مرحلة شبه السهل عملت على قلة التباين فى الظاهرات وقلة تنوعها، وكل هذا يعكس أن سطح الحوض قد اقترب من مرحلة تسوية السطح ووصوله إلى مرحلة النضج وبدايات مرحلة الشيخوخة.

ثالثاً : التحليل المورفومتري لشبكة التصريف :

يمثل التحليل المورفومتري للأودية الطريقة الكمية الدقيقة لوصف أشكال السطح وخصائص الأودية بشكل دقيق، ويمكن اتباع طريقة سترهلمر وترتيبه من حيث تحليل الخصائص الخطية أولاً لنظام المجرى ثم الخصائص المساحية والتي تتعلق بعملية النحت ثم نتبعها بالمستوى الثالث للتحليل وهو خصائص تضاريس الحوض (Strahler, 1969, P. 455).

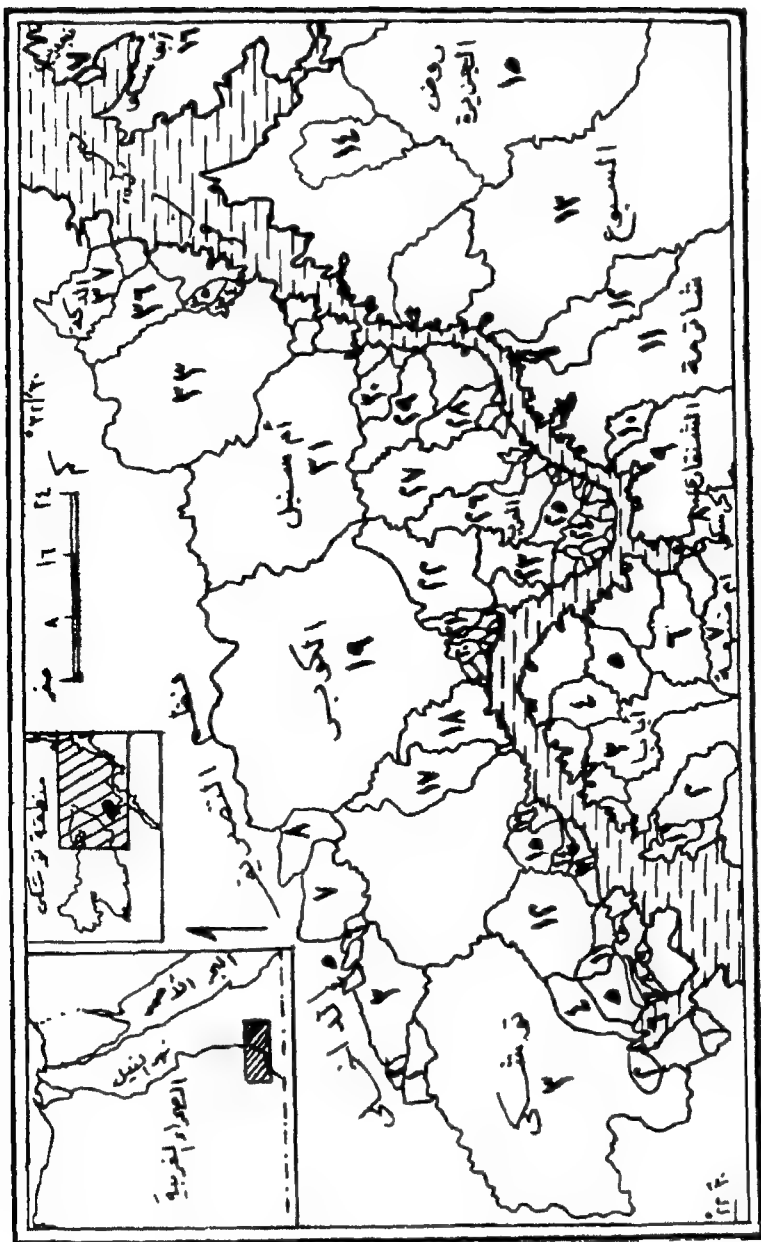
(١) طول الشبكة :

يبلغ طول شبكة تصريف وادى توشكى ٩٢٨,٩ كم كما فى شكل (١٩) وهو بذلك يعتبر من أكبر شبكات التصريف فى النظام الممتد من الحدود المصرية السودانية حتى وادى كلابشة فى غرب النيل. وبمقارنة طوله بأطوال الأودية الرئيسية الواقعة إلى الشمال وإلى الجنوب منه فى منطقة توشكى والتي تصرف مياهها تجاه بحيرة ناصر نجد أن طوله يبلغ ٣ أمثال طول وادى عنيبة، وحوالى ١,٧ مرة قدر شبكة الوادى رقم ٣٣ ويزيد طوله إلى ٧,٦ أمثال قدر طول شبكة وادى الدكة كما فى جدول (١٣) وشكل (٢٠). أما إذا قارنا هذه الأودية بنظام التصريف شرق بحيرة ناصر نجد أنها أقل طولاً بشكل عام، حيث وجد أن هناك ٤٠ وادياً فى منطقة الدراسة من مختلف النظم طول شبكة كل منها أقل من ١٠٠ كم من بين ٥٤ وادياً فى منطقة توشكى بينما أطوال معظم أودية شرق بحيرة ناصر معظمها أكبر من ٢٠٠ كم للوادى الواحد.



المصدر: تم رسمها من خرائط الشرق بين العصر، جبل مصر، توشكا، غرن توشكا
١٩٩١-١٩٩٥ مقياس ١: ٥٠,٠٠٠

شكل (١٩): شبكة تصريف وادي توشكى.



شكّل (٢٠) : مواقع الأودية الرئيسية المدروسة في منطقتي توشكى وشرق بحيرة ناصر.
(الأرقام دالة على اسواض الاردنية كما جاءت في الملاحق ١، ٢، ٣)

(٢) الرتبة والتشعب :

من خلال تطبيق طريقة سترهلمر لحساب رتب الأودية والتشعب وجد أن وادى توشكى بلغ الرتبة السادسة ولم يصل هذه الرتبة أى وادى آخر فى منطقة الدراسة إلا واديا واحداً هو وادى أم سنبل الواقع فى الركن الشمالى الشرقى لمنطقة الدراسة فيما بينه وبين وادى الدكة، بينما نقل باقى أودية منطقة الدراسة إلى رتب أقل من ذلك حيث نقل رتبة وادى كوبر إلى الرتبة الخامسة ويصل وادى نجع الجزيرة ووادى العرب ووادى الدكة إلى الرتبة الرابعة فقط.

وبمقارنة رتبة وادى توشكى برتب الأودية الواقعة شرق بحيرة ناصر نجد أنه يماثل الكثير منها والتي تصل إلى الرتبة السادسة حيث تبلغ رتبة أودية كرسكو وشاترمة والسبوع إلى نفس الرتبة ونقل باقى أودية شرق بحيرة ناصر إلى الرتبة الخامسة وإن كان القليل من أودية شرق بحيرة ناصر يقل فى رتبته إلى الرتبة الرابعة مثلما الحال فى وادى أبوحنضل.

جدول (١٣) : طول شبكة تصريف وادى توشكى مقارناً بالأودية الرئيسية الأخرى على جانبى بحيرة ناصر.

شرق النيل			غرب النيل		
منطقة شرق بحيرة ناصر			منطقة توشكى		
القيمة النسبية	طول الشبكة كم	اسم الوادى	القيمة النسبية	طول الشبكة كم	اسم الوادى
٣,٨٨	٢٣٩	كرسكو	١	٩٢٨,٩	توشكى
١,٥٥	٥٩٧	شاترمة	٣	٣٠٠	عنية
٠,٩٥	٩٧٠	السبوع	١,١٤	٨١٠	الكوبر
١,٥١	٦١٤	مارية	١,٥٥	٥٩٨	أم سنبل
١,٩٥	٤٧٥	نجديب	١,٧	٥٤٦,٥	رقم ٣٣
٢,٤٥	٣٧٨	أبوسكو	٧,٦	١٢١	الدكة

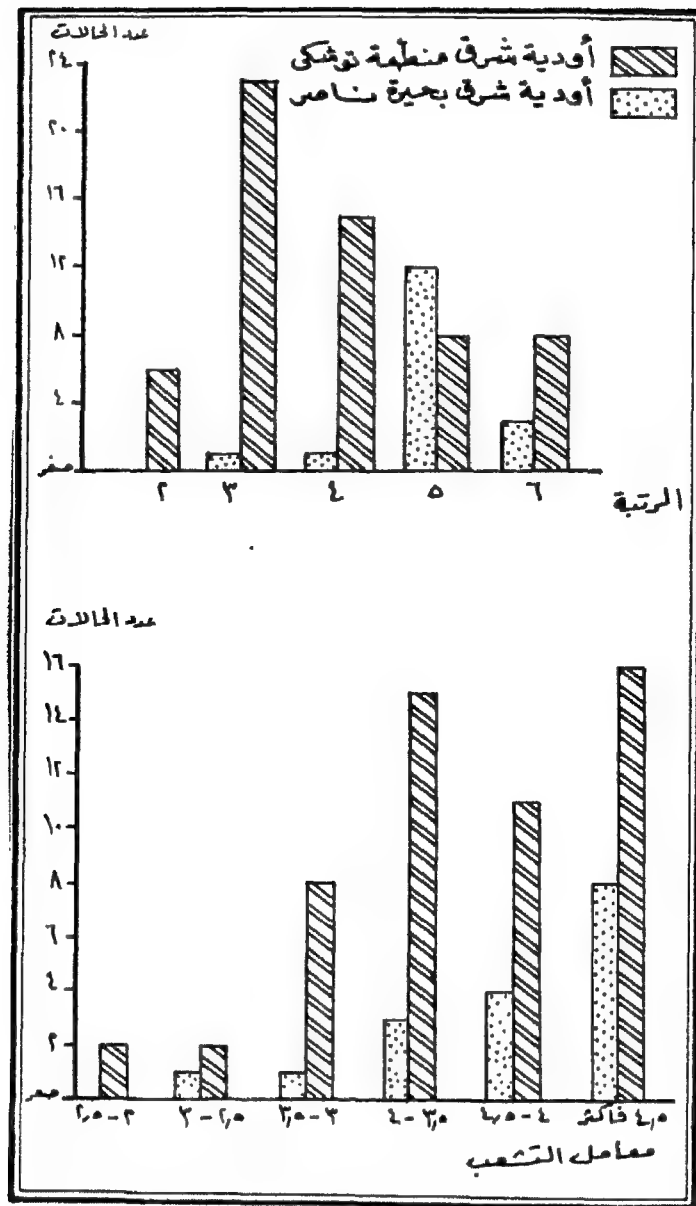
* من حساب الباحث من الخرائط ١/٥٠٠٠٠ و ١/١٠٠٠٠٠، والقيمة السسية قياساً على وادى توشكى.

جدول (١٤) : التوزيع التكرارى لرتب وتشعب أودية منطقة توشكى مقارنة بأودية شرق بحيرة ناصر.

الرتبة	أودية منطقة توشكى	أودية شرق بحيرة ناصر	معامل التشعب	أودية منطقة توشكى	أودية شرق بحيرة ناصر
٢	٦	-	٢,٥ - ٢	٢	-
٣	٢٣	١	٣ - ٢,٥	٢	١
٤	١٥	١	٣,٥ - ٣	٨	١
٥	٨	١٢	٤ - ٣,٥	١٥	٣
٦	٢	٣	٤,٥ - ٤	١١	٤
-	-	-	٤,٥ فأكثر	١٦	٨
المجموع	٥٤	١٧	-	٥٤	١٧

ويتضح من خلال التوزيع التكرارى لرتب الأودية شكل (٢١) وجدول (١٤) أن رتب أودية منطقة توشكى كلها والبالغ عددها ٥٤ وادياً تميل إلى الانخفاض فى رتبة الوادى الرئيسى حيث أن القيمة الأكثر شيوعاً هى الرتبة الثالثة ثم تقل أعداد الأودية الأعلى فى الرتبة حتى نصل إلى الرتبة السادسة. وبذلك تختلف أودية منطقة توشكى عن الأودية شرق بحيرة ناصر حيث أن القيمة المنوالية (وهى القيمة الأكثر شيوعاً) فى الأودية الأخيرة هى أودية الرتبة الخامسة وتقل أعداد الأودية بعد ذلك بوضوح كلما اتجهنا إلى الرتب الأقل سواء الرتبة الرابعة أو الثالثة وهذا يعكس اتجاه أودية منطقة توشكى نحو الانخفاض بشكل عام واتجاه أودية شرق بحيرة ناصر على الجانب المقابل نحو الزيادة فى رتب الأودية بشكل عام.

وقد وصل معامل تشعب وادى توشكى إلى ٤,٩٤ وتقع هذه القيمة فى مدى القيم التى ذكرها سترهالر وهى بين ٢,٢٥ - ٤,٧٥ (Shreve, 1966, P. 22) ولذا فهو معامل ذو قيمة عادية ولايشذ مثل غيره من الأودية. كما أنه يشابه معامل تشعب أودية منطقة شرق بحيرة ناصر حيث يتراوح معامل تشعبها ٢ - ٥ كما فى جدول (١٤). وهو يشابه أودية كثيرة بها مثل أبابا، وأبو حنضل، كرسكو والدخلانية



شكل (٢١) : التوزيع التكرارى لرتب وتشعب أودية منطقتى توشكى وشرق بحيرة ناصر.

وشاترمة ومارية والتي يصل معامل تشعبها بين ٤ وأقل من ٥ ، كما أنه يطابق تقريباً فى معامل تشعبه وادى السبوع الذى يبلغ معامل تشعبه ٤,٩٢، ويشابه وادى نجديب الذى يبلغ معامل تشعبه ٤,٩٣، كما يتراوح معامل تشعب أودية شرق بحيرة ناصر ما بين ٢,٦٥ - و ٥,١٣ أيضاً.

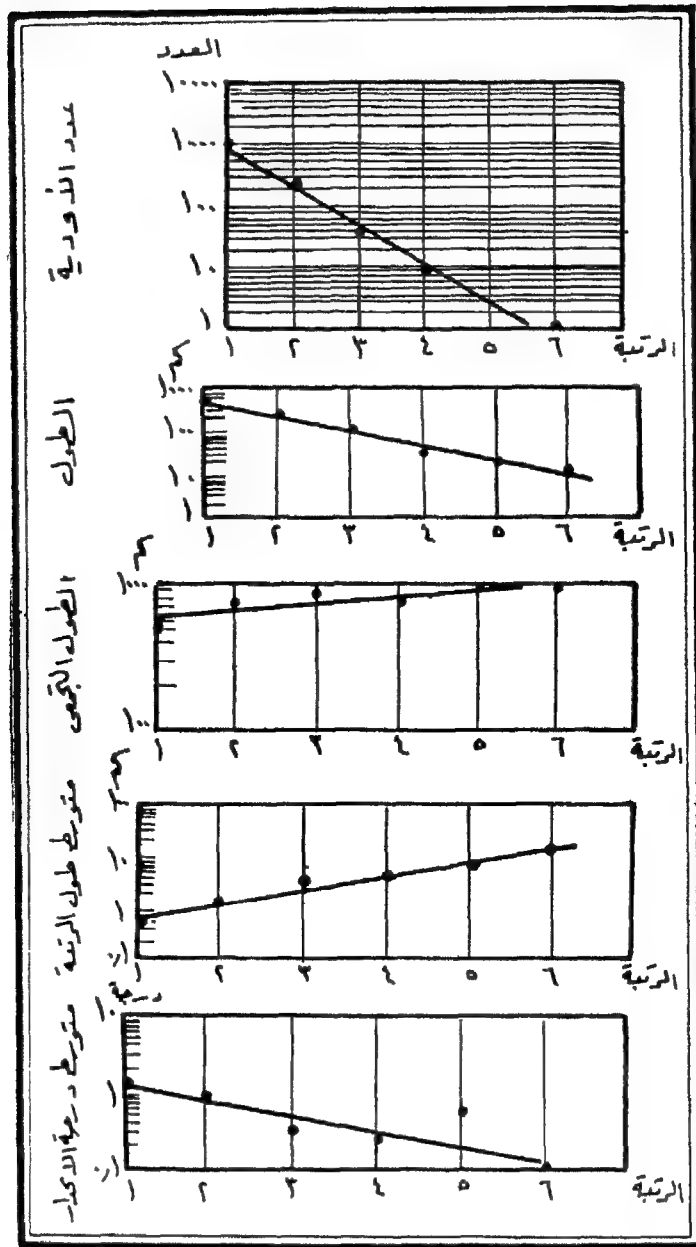
ويلاحظ من شكل التوزيع التكرارى لمعامل التشعب أن أودية منطقة توشكى ذات منوالين أو لها قيمتين أكثر شيوعاً من غيرهما وهما القيمة بين ٣,٥ - ٤ والقيمة الأكبر من ٤,٥، فى حين يكون لأودية شرق بحيرة ناصر قيمة واحدة شائعة لمعامل التشعب وهى الأكبر من ٤,٥، وإن كانت تتشابه المنطقتين فى قلة أعداد الأودية التى يكون معدل تشعبها ٣ أو أقل من ذلك.

(٣) العلاقة بين الرتبة والخصائص المورفومترية الأخرى :

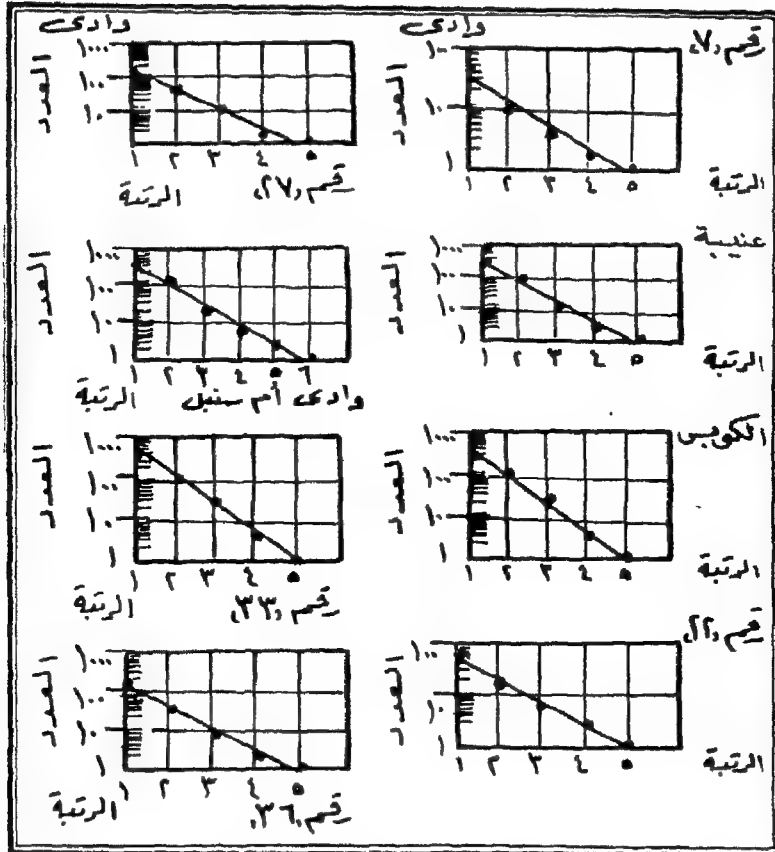
(أ) الرتبة والعدد :

يستخدم أسلوب تحليل الانحدار الخطى البسيط Simple Regression Analysis لتحليل العلاقة بين الرتبة والعدد، وبتطبيقه وجد أن معدل التغير فى عدد الأودية فى حوض وادى توشكى مع الرتبة قد بلغ -١٧٣,٨ وادياً والذى يعنى أنه كلما زاد الوادى رتبة واحدة قل عدد الأودية بمقدار ١٧٣,٨ وادياً بالاتجاه للرتبة الأعلى، وأن العلاقة عكسية بينهما، ويلاحظ أن نقط التوزيع تتجمع حول الإنحدار العام كما فى شكل (٢٢).

ويحتل وادى توشكى المرتبة الأولى فى معدلات تغير عدد الأودية بالحوض مع الرتبة إذا قورن بالأودية الأخرى فى منطقة الدراسة كما فى جدول (١٥) وشكل (٢٣) حيث يبلغ معدل التغير ١,٧ مرة قدر الوادى الذى يليه فى المعدل وهو رقم ٣٣ الذى بلغ المعدل به -١٠١,٣ ، ويلاحظ أن معدل تغير عدد الأودية مع الرتبة بأودية منطقة توشكى يتراوح بين -٥ وبين ١٧٣,٨ وادياً بحيث تقل أعداد الأودية بالاتجاه الى أعلى رتبة داخل الحوض الواحد بنفس هذا المقدار.



شكل (٢٢) : التحليل المورفومتري لشبكة تصريف وادي توشكي.



شكل (٢٣) : تحليل العلاقة بين الرتبة والعدد للأودية الرئيسية شرق منطقة توشكى.

ويفوق معدل التغير فى الأودية مع الرتبة لوادى توشكى أيضاً المعدلات التى سجلتها الأودية شرق بحيرة ناصر، حيث تراوح معدل التغير بالأودية الرئيسية قيمة ما بين ٢٦,٢ وادياً كأقل قيمة وبين - ١٣٧,٩ كأكبر قيمة كما فى جدول (١٥) وقد يرجع ذلك إلى سببين، الأول هو وصول وادى توشكى إلى الرتبة السادسة بحيث قد تتشابه معه بعض الأودية على جانبى بحيرة ناصر سواء فى منطقة توشكى أو شرق البحيرة فى الرتبة ولا يتفوق عليه أى وادى من الأودية المقارنة فى الرتبة مما يجعله يتضمن عدداً كبيراً من الأودية بزيادة رتبته مما يؤدى فى النهاية إلى انخفاض قيمة عدد الأودية بدرجة كبيرة كلما زادت الرتبة بشكل كبير، وقد يكون لهذا تأثيراً جزئياً.

جدول (١٥) : معدل تغير أعداد الأودية مع الرتبة لوادى توشكى مقارناً بالأودية الرئيسية على جانبى بحيرة ناصر.

شرق بحيرة ناصر			غرب بحيرة ناصر		
			منطقة توشكى		
الترتيب	معدل التغير	اسم الوادى	الترتيب	معدل التغير	اسم الوادى
١٤	- ٢٥,٤	توشكى شرق	١	- ١٧٣,٨	توشكى
٦	- ٧٠	كرسكو	٤	- ٦٧,٦	عنينة
٢	- ١٣٢,٨	شائمة	٣	- ٨١,١	الكوبر
١	- ١٣٧,٩	السيوح	٥	- ٦٤,٦	أم سنبل
٣	- ٨٦,٩	مارية	٢	- ١٠١,٣	رقم ٣٣
٧	- ٦٧,٣	لجديب	٧	- ٣٥	الدكة
١٢	- ٢٦,٢	أبوسكو	٩	- ٢٣,٦	العرب
٤	- ٧٢,٢	أبابا	—	—	—
١٧	١٧	—	٣٧	٣٧	جملة عدد الأودية المقارنة
من -٤ إلى -١٣٧,٩			من ٥ إلى -١٧٣,٨		
			مدى المعدل		

أما السبب الثانى فى زيادة معدل تغير الأودية فى حوض توشكى مع الرتبة فيتمثل فى وجود أودية وروافد معظمها ذات تحكم بنائى مما يزيد من أعداد الأودية ذات الرتب الأقل دائماً مقارنة بأعداد الأودية للرتب الأعلى منها داخل الحوض وينتج عنها فى النهاية اعداد هائلة من الأودية ذات الرتبة الأولى والثانية وقلة أعداد الأودية ذات الرتبة الرابعة والخامسة (مع العلم بأن الرتبة السادسة يمثلها وادياً واحداً هو الوادى الرئيسى) وبذلك يقل المعدل بدرجة كبيرة ليصبح من أكبر المعدلات، خاصة إذا عرفنا أن كثافة الصدوع والملاح البنائية بالحوض عالية مقارنة بمنطقة الدراسة كما سبق الذكر.

(ب) الرتبة والطول :

يذكر أبو العينين أن إجمالى طول الرتبة الواحدة للأودية تقل بزيادة الرتبة (أبو العينين، ١٩٨٩، ص ٤٥٥) ويبلغ معدل تغير طول الرتبة فى وادى توشكى -٩٢,٦ كم وهى قيمة كبيرة ويرجع ذلك إلى الزيادة الواضحة لأطوال أودية الرتبة الأولى كما فى شكل (٢٢) وزيادة أطوال أودية الرتبة الثانية عن أطوال أودية الرتبة الثالثة بشكل كبير مع قصر طول المجرى الرئيسى وهومن الرتبة السادسة مما جعل اتجاه العلاقة اتجاهاً عكسياً أو سلبياً، ويجزم ذلك تلك الصدوع التى تحكم فى نشأة وتكوين الأودية من الرتبة الأولى والثانية فزادت أطوالها بينما يبدو التحكم الصدعى فى وادى الرتبة السادسة وأن كان واضحاً إلا أنه قصير الطول وتصيب فيه أودية شبه متوازية من الرتب ٣، ٤، ٥ بمحاور شمالية شرقية - جنوبية غربية مما يزيد من جملة أطوالها قياساً على طول الوادى من الرتبة السادسة.

وبتحليل العلاقة بين الرتبة والطول المتجمع للرتبة وجد أن معدل التغير فى الطول يبلغ ٧,١٢ كم بزيادة الرتبة. ومن حيث معدل التغير باستخدام متوسط طول الرتبة مع الرتبة يذكر أبو العينين أن هورتون قد لخص العلاقة بين طول النهر ومرتبته بأن "متوسط طول المجرى يزداد بنسبة تقدر تقريباً بثلاثة أمثال طولها كلما زادت مرتبة المجرى" (أبو العينين، ١٩٨٩، ص ٤٥٦). وبالتحليل الإحصائى

لوادى توشكى وجد أن هذا المعدل يبلغ ٢,١٨ كم مع الرتبة، أى أقل من ثلاثة أمثال حسبما أشار أبو العينين، وقد يرجع ذلك إلى القصر النسبى لأطوال أودية الرتب الأربعة الأولى نسبياً كما فى جدول (١٦) والذي يتراوح بين ٠,٤٧٦ و ٣,٨١ كم مما قلل من المعدل العام للتغير وأصبح لايزيد عن ٢,١٨ كم للرتب المختلفة فى وادى توشكى.

جدول (١٦) : العلاقة بين الرتبة والخصائص المورفومترية الأخرى لوادى توشكى.

الخاصية	الرتبة	١	٢	٣	٤	٥	٦	معدل التغير
الطول كم	٥١٣,٧	٢٣٩	١١٠,٩	٣٤,٣	١٨,٥	١٢,٥	٩٢,٦-	
الطول المتجمع كم	٥١٣,٧	٧٥٢,٧	٨٦٣,٦	٧٨٧,٩	٩١٦,٤	٩٢٨,٩	٧١,٢	
متوسط الطول كم	٠,٤٧٦	١,٠٥٧	٢,٩٩	٣,٨١	٦,١٧	١٢,٥	٢,١٨	
متوسط درجة الانحدار	١,٢٨	٠,٨٦	٠,٣٢	٠,٢٤	٠,٥٤	٠,٠٧	٠,٢-	
عدد لودية للرتبة	١٠٧٨	٢٢٦	٣٧	٩	٣	١	١٧٣,٧-	

(ج) الرتبة وانحدار المجرى :

يقل متوسط درجة انحدار شبكة وادى توشكى كلما زادت الرتبة بمعدل يصل إلى ٠,٢ درجة كما فى شكل (٢٢) ويشير أبو العينين إلى استخدام نسبة الانحدار وليست درجة الانحدار وان قيمة المعدل تقل عن ٠,١ والقيمة المتوسطة هى بين ٠,٣ و ٠,٦ (المراجع السابق ص ٤٨٥) أى ما بين ١٧ - ٣٥ تقريباً، ولكن المعدل فى منطقة الدراسة لايزيد عن الدرجة الواحدة، ويرجع ذلك إلى بطئ انحدار شبكة تصريف وادى توشكى بشكل عام وبالتالي يصبح معدل التغير صغيراً، والذي يعكسه متوسط درجة انحدار الرتب والذي يتراوح ما بين ٠,٢٨ وبين ٠,٠٧ من الدرجة للرتبة الأولى والرتبة السادسة على التوالى.

(٤) الكثافة وتكرار المجرى :

تبلغ كثافة تصريف وادى توشكى ١,٣٦ كم/ كم^٢ حيث تبلغ مساحة الحوض ٢٦٨٣,٤ كم^٢ وتمثل ١,٣٩٪ من جملة مساحة المنطقة. ومن المعروف أن الكثافة فى الطبيعة تتراوح بين ١ - ١٠٠٠ كم (Leopald, 1964, P. 142 - 143) وعلى ذلك فإن الكثافة فى وادى توشكى تسجل قيمة منخفضة نسبياً، وقد يرجع ذلك إلى وجود صخور أركية فى حوض التصريف مثل الصخور الجرانيتية والطفوح البركانية، وهى صخور منخفضة فى كفاءة تسرب المياه وينتج عن ذلك انخفاض الكثافة فى النهاية (Cooke & Warren, 1973, P. 151). كما أن الظروف المناخية الحالية وسيادة الجفاف فى عصر الهولوسين من العوامل المسببة فى إنخفاض الكثافة.

ولا يقتصر انخفاض الكثافة فى وادى توشكى على ظروفه الخاصة بل نجد أن الكثافة منخفضة إذا قورن بالأودية الأخرى فى شرق منطقة توشكى، حيث يحتل الترتيب رقم ٣٠ بين مجموعة الأودية البالغ عددها ٣٧ وادياً فى الكثافة، وهى أودية التصريف النيلية حيث تزيد الكثافة نسبياً فى وادى عنيبة إلى ٢,٣٢ كم / كم^٢ وفى وادى أم سنبل إلى ١,٤٢ كم / كم^٢، وفى وادى الدكة ١,٧٦ كم / كم^٢، ويلاحظ أن كثافة التصريف عامة فى منطقة توشكى - إلى الغرب من بحيرة ناصر - تتراوح بين ٠,٥ - ٥,٠٥ كم / كم^٢ وهى أعلى نسبياً من كثافة الأودية شرق بحيرة ناصر والتي تتراوح بين ٠,١٥ - ٤,٧٨ كم / كم^٢ حيث سجل وادى كرسكو قيمة تبلغ ٠,١٥ كم / كم^٢.

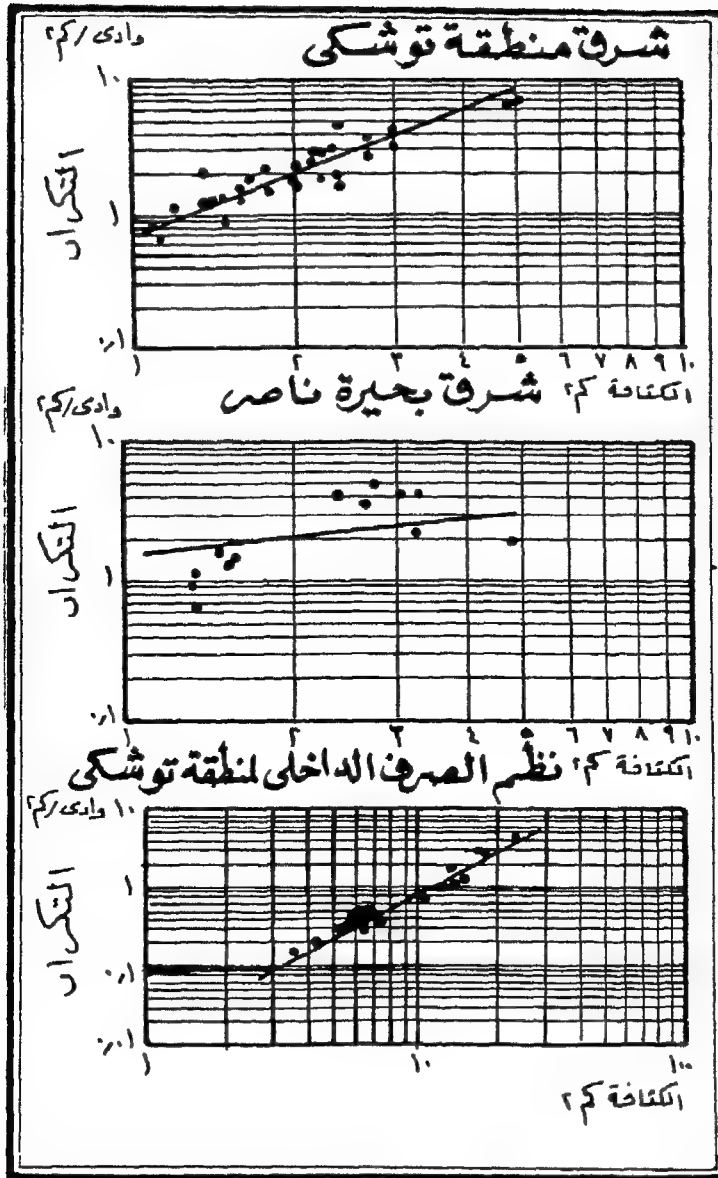
وترتفع قيمة تكرار الأودية نسبياً فى حوض وادى توشكى بمقارنتها بالأودية الأخرى شرق منطقة توشكى. فعلى الرغم من أن قيمة التكرار بالوادى تبلغ ١,٩٨ وادى / كم^٢ إلا أنه يحتل الترتيب رقم ١٦ بين مجموعة الأودية شرق توشكى والبالغ عددها ٣٧ وادياً، وتزيد عنه قيمة التكرار فى أودية عنيبة (٣,٠٩ كم / كم^٢) وفى وادى الدكة ٢,١٣ وادى / كم^٢، ويرجع ذلك إلى زيادة أطوال أودية الرتبة الأولى وبالتالي قلة العدد نسبياً قياساً على المساحة. ويتراوح المدى لقيم التكرار فى شرق منطقة توشكى بين ٠,٣٦ - ٦,٦٦ وادى / كم^٢، ويزيد هذا المدى نسبياً عن

مدى قيم تكرار أودية شرق بحيرة ناصر التى تتراوح قيم تكرار الأودية بأحواضها ما بين ٠,٣٦ - ٤,٩٥ وادى / كم ٢ حيث توجد القيمة الأولى فى وادى كرسكو والقيمة الثانية فى وادى أبو حنضل، ومن هنا فان قيم التكرار فى وادى توشكى تمثل قيمة متوسطة قياساً على أودية شرق منطقة توشكى من جهة وقياساً على أودية شرق بحيرة ناصر من جهة أخرى كما فى ملحق (١) و (٣).

ولما كانت قيم الكثافة تتميز بالانخفاض النسبى فأن هذا قد أثر على قيم التكرار. ويتضح ذلك من تحليل العلاقة بينهما بأسلوب الانحدار الخطى البسيط والذي يبين أن معدل التغير فى التكرار فى شرق منطقة توشكى بلغ ١,٤ وهى قيمة مرتفعة نسبياً إذا قورنت بالمعدل الذى سجلته الأودية شرق بحيرة ناصر والذي بلغ ٠,٧٨ ، وان كانت تزيد هذه القيمة فى أودية نظم الصرف الداخلى كلها بمنطقة توشكى متضمنة منخفض توشكى إلى ١,٨٧ كما فى شكل (٢٤) وهى تقترب من القيمة العادية وهى (٢) وهذا يعنى أن انخفاض الكثافة بمنطقة الدراسة انعكس على قيم التكرار وأصبحت منخفضة أيضاً وقل معدل تغيرها من وادى لآخر.

(٥) شكل الحوض :

بلغ معامل عرض الحوض بالنسبة لطول الحوض ٠,٥٩ ، فى حين بلغ معامل الاستدارة لحوض وادى توشكى ٠,٥٤ ، وحيث أن ملتون (Melton , 1958, P. 38) قد ذكر بأن قيمة معامل الاستدارة تتراوح غالباً بين ٠,٢٩ - ٠,٩٦ فأن حوض وادى توشكى يبدو أنه يميل إلى الإستدارة نسبياً حيث يبلغ طول الحوض ٤٠ كم واتساعه ٢٣,٦ كم، ويحتل الرتبة ١١ بين أودية شرق منطقة توشكى البالغ عددها ٣٧ وادياً، وتزيد قيمة معامل الاستدارة له عن المتوسط العام لهذه الأودية حيث بلغ المتوسط ٠,٤ كما نجد أن معامل استدارة حوضه يزيد أيضاً عن متوسط نفس المعامل لأودية شرق بحيرة ناصر التى يتراوح معامل استدارتها ما بين ٠,٠٨ - ٠,٥٥ وبمتوسط قدره ٠,١٦.



شكل (٢٤) : العلاقة بين الكثافة وتكرار الأودية فى منطقة الدراسة مقارنة بمنطقة شرق بحيرة ناصر.

ويبلغ معامل استطلاحة حوض وادي توشكى ٠,٤٣ والذي يعبر عنه بمقدار المساحة مقسومة على مربع طول الحوض (Petts, 1983, P. 67) وتعكس هذه القيمة أن الحوض يميل نسبياً إلى الاستطلاحة ولكنه ليس مستطيلاً وأن الحوض أميل إلى الاستدارة منه إلى الاستطلاحة.

(٦) تضاريس وانحدار الحوض :

يبلغ الارتفاع في حوض وادي توشكى ١٣٦ متراً والذي يمثل فارق الارتفاع في منسوب الحوض، كما يبلغ معدل التضرس ٣,٨٣ والذي يقل بشكل واضح عن المتوسط العام لمعدل التضرس لأودية شرق منطقة توشكى والذي بلغ ١١,٨، كما أنه يمثل أدنى القيم لأودية شرق منطقة توشكى التي يتراوح بها المعدل ما بين ٣,٨٣ - ٢٨,٢٨ .

أما التضاريس النسبية وهي مقدار الارتفاع مقسوماً على محيط الحوض (تراب ١٩٨٨ نقلاً عن Melton, 1957) فلا يزيد المعامل عن ١,٠٠٧ وبذلك يتضح أن معدل التضرس والتضاريس النسبية في حوض توشكى كلاهما تمثل نسب قليلة وهذا يعكس قلة انحدار السطح، وأنه ليس شديد التضرس مقارنة بالنسبة لمحيط الحوض أو مناطق تقسيم المياه، ويظهر ذلك أيضاً من القطاعات التضاريسية شكل (١٣) حيث نحتت المناطق الموجودة في أعالي الحوض والتي توجد على محور ارتفاع نخلاي - أسوان وبشكل واضح ومكثف، بينما في مناطق الصخور الأركية بالاتجاه شرقاً تصبح هيئة القطاع الطولي محدبة إلى مستقيمة بينما في الجزء الأعلى يكون شديد النحت والجزء الأوسط ذو قمم محدبة تعكس إزالة أجزاء كبيرة من السطح وتخلف كتل جبلية معزولة أو جزراً جبلية واضحة كما في شكل (١٣).

ويبلغ متوسط درجة انحدار حوض توشكى ٠,٣ درجة، وتقل درجة انحدار المجرى الرئيسي عن ذلك بشكل واضح. ويتطابق نسبة الانحدار (وهي انحدار المجرى ÷ انحدار الحوض) والتي طبقها سترهالر (Strahler, 1972, P. 231) وجد أن القيمة في حوض توشكى تبلغ ٠,١، ولما كانت نسبة الانحدار ٤:١ إلى ٥:١ في الانحدارات القليلة وتزيد إلى ٢:١ في الانحدارات الكبيرة (Ibid) لذا فإن نسبة

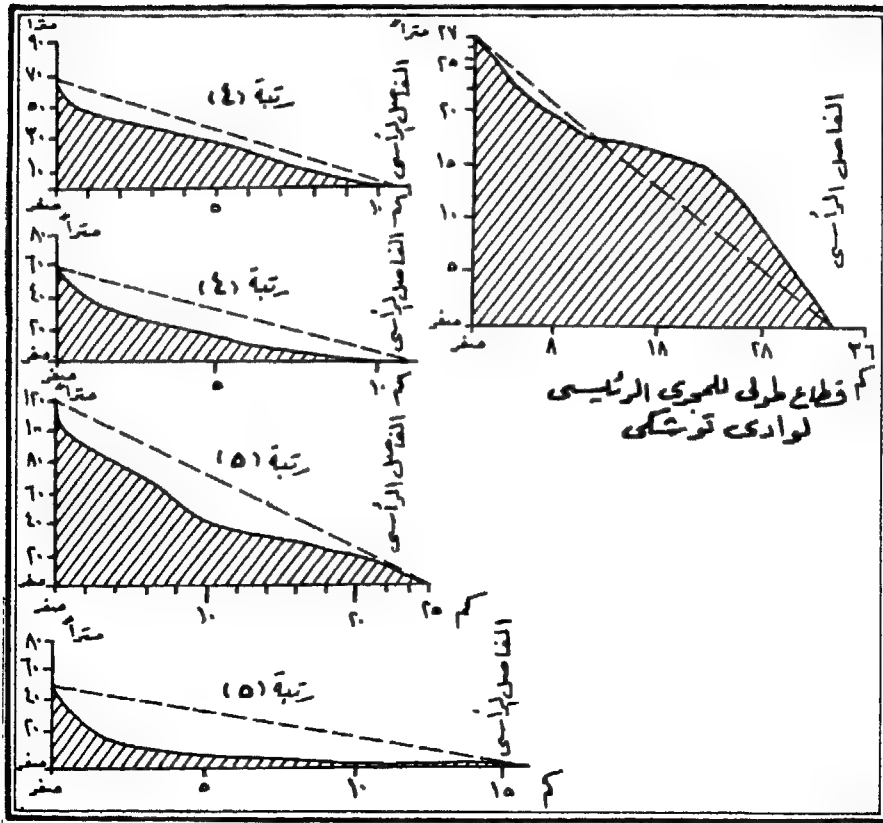
الانحدار بهذه الطريقة فى حوض وادى توشكى تصبح قليلة لأنها أقل من ٤:١ وتعكس قلة الانحدار بالحوض عموماً .

وقد وصلت قيمة الوعورة فى حوض وادى توشكى ٠,١٨٥ وبهذا تبدو قيمة الوعورة قليلة، أما التكامل الهيسومتري حسب الطريقة التى أوردتها مصطفى (١٩٨٢، ص ٢١٧) وهى مساحة الحوض (كم^٢) بالنسبة لارتفاعه (بالمتر) فوصل فى حوض توشكى ٥,٠٢ ، ولما كانت قيمة التكامل هى من صفر - ١٠٠ تعكس الفترة الزمنية المقطوعة من الدورة التحاتية لأحواض التصريف (تراب، ١٩٨٨، ص ٨٦) فإن هذه القيمة تعكس أن حوض وادى توشكى قد قطع شوطاً كبيراً نسبياً فى دورة النحت والتعرية وتخفيض سطح الحوض حيث ترتفع قيمة التكامل المساحى نسبياً.

(٧) القطاعات الطولية للأودية :

يعتبر القطاع الطولى من الجوانب الأساسية للتحليل الجيومورفولوجى للمجرى، ويعكس القطاع الطولى مقدار ما نحتته المجرى من التضاريس، وقد تم رسم بعض القطاعات للأودية الرئيسية ذات الرتبة من ٤ - ٥ ويلاحظ أنها تعكس نحت المجرى للتضاريس، وأن معدلات نحت الوادى تختلف باختلاف الرتبة ، حيث وجد أن الوادى من الرتبة الخامسة قد نحت للتضاريس بدرجة أكبر من وادى الرتبة الرابعة، ويتضح ذلك من شدة تقعر قطاع أودية الرتبة الخامسة، ويلاحظ أنها قد وصلت إلى مرحلة التوازن والتى توضحها القطاعات التى نحتت وأصبحت بشكل مقعر بخفة والتى يشار إليها بأنها مجارى متوازنة (Small, 1985, PP. 50 - 51).

وقد طبق الباحث مؤشر أو معامل التقعر The Index of Concavity حسب طريقة ليوبولد وآخرون (Leopold et al., 1964, P. 278) . ويشير ليوبولد إلى أن القيمة تراوحت بين صفر و ٠,٣٨ فى ١٢ نهراً عالمياً، وأن معامل تقعر القطاع الطولى لنهر النيل بلغ ٠,٣٥ (Ibid., P. 279) وقد أظهرت النتائج أن قيمة معامل التقعر لوادى الرتبة الرابعة فى حوض توشكى بلغت ٠,١٧ و ٠,٤٨ كما فى شكل (٢٥) وبلغت القيمة فى أودية الرتبة الخامسة إلى ٠,٤ و ٠,٦٧ ولذلك فإن المتوسط لرتبتي الدرجة الرابعة والخامسة تصل ٠,٣٣ و ٠,٥٣ على التوالى.



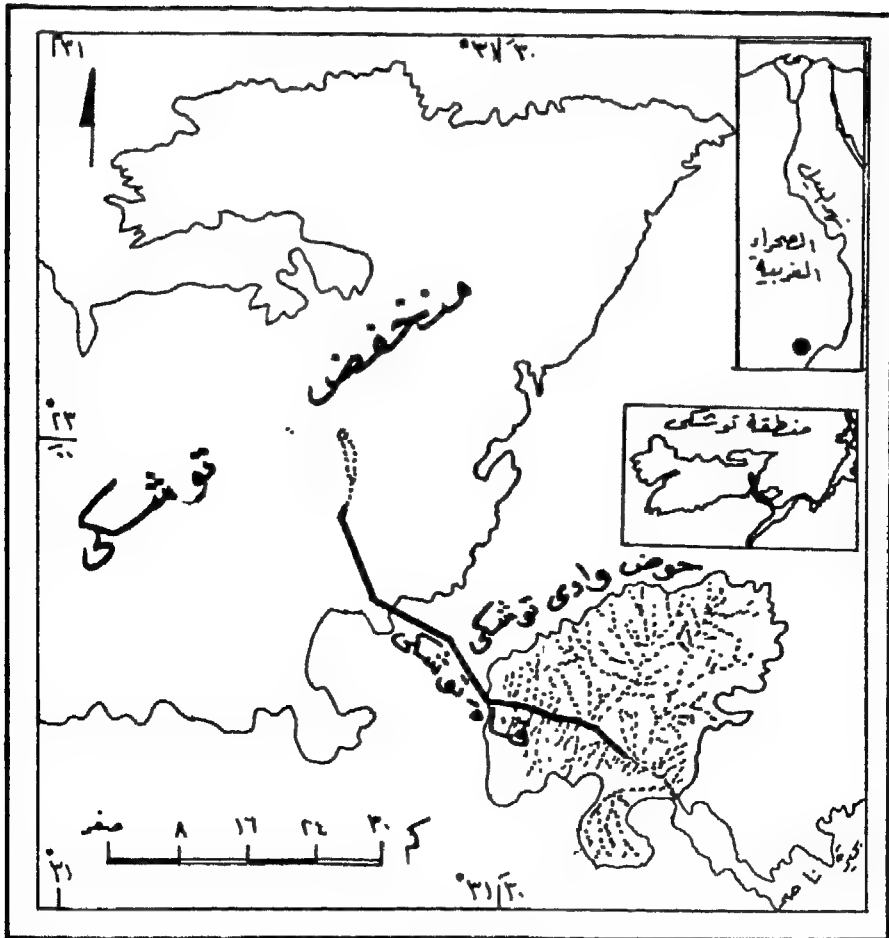
تم رسم القطاعات من الخرائط مقياس ١:٥٠٠٠٠ عامي ١٩٩١ و١٩٩٥.

شكل (٢٥) : القطاعات الطولية لبعض الأودية في شبكة تصريف وادى توشكى.

ويلاحظ أن هذه القيم بالإضافة إلى هيئة وشكل القطاعات المختلفة تظهر وصول لأودية إلى مرحلة النضج، حيث يتميز القطاع الطولى غالباً في مرحلة النضج بأنه خفيف لإنداد (Small, 1985, P. 158).

رابعاً: قناة مفيض توشكى:

تقع قناة توشكى في شرق منطقة الدراسة، وتمتد بشكل عام من الشرق والجنوب للشرق إلى الغرب والشمالي الغربى، بحيث تصل بين بحيرة ناصر من جهة ومنخفض توشكى من جهة أخرى عبر المجرى الرئيسى لوادى توشكى كما في شكل (٢٦).



المصدر : من تجميع الباحث من خرائط : غرب توشكا ١ : ٢٥٠٠٠٠ موزايك رقم ٧٦
 جيل العصر ١ : ١٠٠٠٠ و Geofizika, ١ : 250 000

شكل (٢٦) : موقع وإمتداد قناة مفيض توشكى بين بحيرة ناصر ووادي توشكى ومنخفض توشكى.

وقد بدأ الحفر فى قناة مفيض توشكى فى عام ١٩٧٧ وبدأ تشعيها عام ١٩٨٢ حيث تم تعميق قاع مجرى وادى توشكى، وتبدأ القناة عند الكيلو ٣٢,٨ من محور القناة بمأخذ حر على منسوب ١٧٨ متراً قد أسس من الخرسانة العادية بطول ١٠ أمتار وعرض ٧٥٠ متراً ويليه منطقة مرشح للمياه بنيت من الحجر المدرج بطول ١٠ أمتار لحماية مأخذ القناة من التآكل. ويبلغ طول القناة نفسها ٢٢ كم وعرضها عند مدخلها ٧٥٠ متراً، ويتناقص هذا العرض تدريجياً حتى يصل إلى ٣٥٠ متراً (غيطان، ١٩٩٥، ص ٢٢) وتنتهى القناة بهدار المصب قبل مدخلها فى منخفض توشكى بحوالى ٢ كيلومتر، كما فى صورة (٣).



صورة (٣) : المجرى الرئيسى لوادى توشكى قرب بحيرة ناصر.

وتعتبر الوظيفة الأساسية لهذه القناة هي تجنب أية زيادة في منسوب مياه بحيرة ناصر عن الحد المقرر لها وهو ١٧٨ متراً حتى لا تؤثر تأثيراً سلبياً على جسم السد العالي، خاصة في حالة حدوث سنوات الفيضانات العالية كما حدث في عامي ٧٨ / ١٩٧٩ و ١٩٩٨ الذي نشهده الآن، حيث زاد الفيضان في السنة الأولى السابق ذكرها عن ١٥٠ مليار متراً مكعباً.

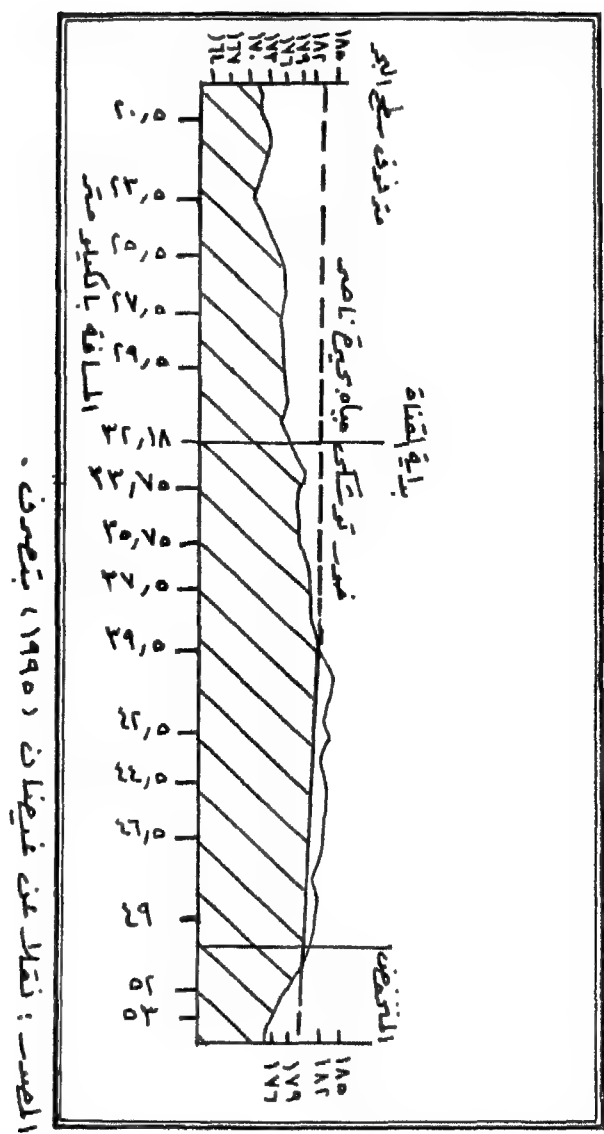
ونظراً لأن الحد الأدنى لمنسوب مياه بحيرة السد ١٦٥,٥ متراً على أساس أن أدنى حد للتخزين المتوقع قدره ٨١ مليار متراً مكعباً (إسماعيل، ١٩٦٨ ص ١٠٨ - ١٠٩) وأن السعة التصميمية للفعلية لبحيرة ناصر تبلغ ١٦٢ مليار م^٣ عند منسوب ١٨٢ متراً كما في شكل (٢٧) فإن قناة توشكى تعتبر الوسيلة الأساسية التي يتم عن طريقها تصريف مياه الفيضان الزائدة.

وقد حدثت مثل هذه الزيادات في عام ١٩٩٦ وعملت القناة على تصريف كمية المياه الزائدة حتى لاتضيق بجسم السد العالي وبلغت هذه الكمية ٦٠٠ مليون متر مكعب تم صرفها إلى منخفض توشكى، حيث تصل كفاءة التصريف اليومي لقناة توشكى ٢٥٠ مليون متراً مكعباً، وفي هذا العام (١٩٩٨) بدأت المياه في الزيادة عن المعدل المعتاد، وواصلت المياه في ارتفاع منسوبها حتى زاد المنسوب عن ١٨٠ متراً كما في جدول (١٧)

جدول (١٧) : منسوب المياه في بحيرة ناصر أثناء فيضان ١٩٩٨ بالنسبة لمستوى البحر.

التاريخ	٢٠ سبتمبر	٢٢ سبتمبر	٢٥ سبتمبر	٢٨ سبتمبر	٣٠ سبتمبر	٨ أكتوبر	١٤ أكتوبر
منسوب مياه البحيرة	١٧٩,٨٣	١٨٠,٠٦	١٨٠,٢٠	١٨٠,٥١	١٨٠,٦٤	١٨٠,٩٥	١٨١,١

• من جميع الباحث من مصادر مختلفة.



ولهذا بدأ فتح مفيض قناة توشكى للمرة الثانية بعد عام ١٩٩٦ ووصلت الكمية التى تم تصريفها عبر قناة توشكى ٣٠ مليون متراً مكعباً يومياً بدءاً من ٢٠ سبتمبر حينما زاد منسوب المياه عن ١٧٩ متراً إلى منخفض توشكى، كما فى جدول (١٧)، والحجم الكلى للفيضان فى هذا العام ١٩٩٨ فوق المتوسط.

وقد بلغت الكمية التى تم صرفها إلى منخفض توشكى حتى ٢٦ سبتمبر حوالى ٥٠٠ مليون م^٣ بمعدل ٥٠ مليون م^٣ / يومياً. وزادت هذه الكمية المنصرفة إلى المنخفض فى ٢٨ سبتمبر إلى ٧٠٠ مليون م^٣ وفى نهاية شهر ديسمبر بلغ إجمالى الكمية التى دخلت إلى المنخفض عبر قناة توشكى إلى المفيض ٧٥٦,٠٦٤ مليون متراً مكعباً ووصلت الى ٢,٤٢٤٩ مليون م^٣ حتى ١٩ أكتوبر ١٩٩٨ مما يعكس الفائدة والدور الذى لعبه منخفض توشكى وقناة مفيض توشكى من تخفيف الضغط الهيدروليكى على جسم السد العالى.

* * *

الفصل الرابع

شرقی منخفص توشکی : تحلیل جیومورفولوجی

شرقى منخفض توشكى : تحليل جيومورفولوجى

سيتم التركيز فى هذين الفصلين الرابع والخامس على المناطق الواقعة شرقى منخفض توشكى بغية التعرف على خصائص كل ظاهرة جيومورفولوجية بالتفصيل والتحليل، وذلك بتفسير نشأة الظاهرة وعواملها ومراحل تطورها من جهة، ثم التعرف على التفاعل بين هذه الظواهرات الجيومورفولوجية وعمليات التنمية خاصة وأن منطقة شرقى منخفض توشكى تمثل المنطقة الأساسية التى سيتم فيها عملية التنمية الزراعية اعتماداً على مياه ترعة جنوب الوادى، ولهذا سيفرد لها فصلاً مستقلاً عن الجيومورفولوجيا وإمكانات التنمية بها.

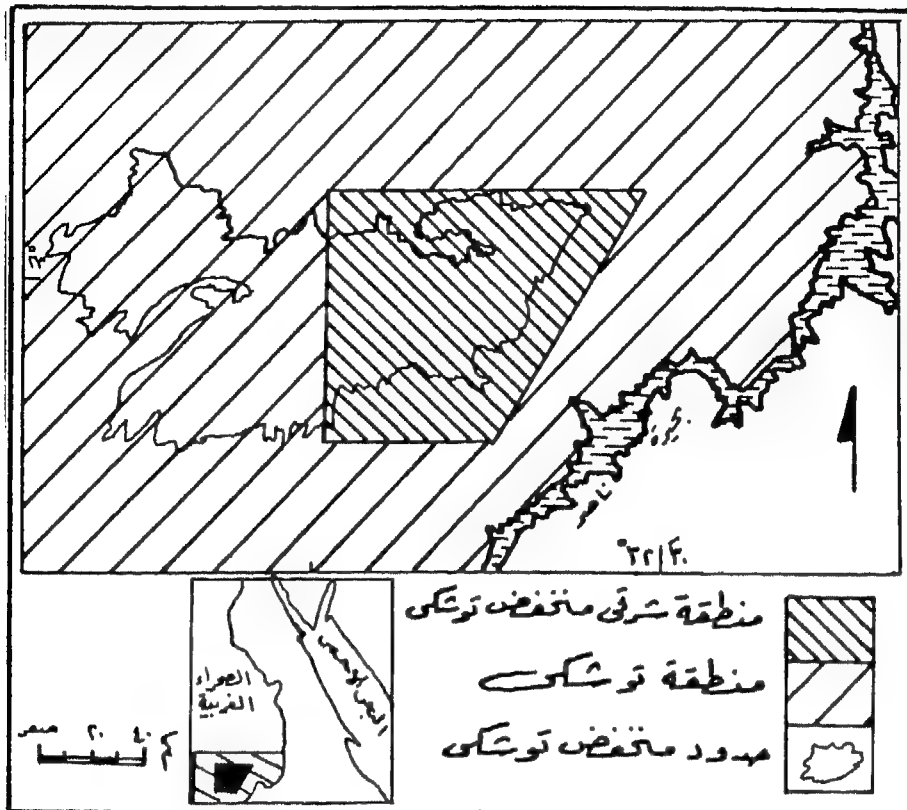
أولاً : الموقع والخصائص العامة :

تقع هذه المنطقة فى أقصى الطرف الشمالى الشرقى لمنطقة توشكى كما فى شكل (٢٨) ، وحدها الشمالى عبارة عن حافة تمثل أولى الحافات الجنوبية المحددة للكويستات الكبرى التى تتركب منها الصحراء الغربية بشكل عام، وهى هضبة سن الكذاب ويطلق هذا الاسم على الحافة الجنوبية أيضاً والتى تمتد بمحور غربى - شرقى ثم تغير اتجاهها بعد ذلك عند وادى كلايشة لتأخذ اتجاهها شمالياً شرقياً ثم تتجه شمالاً بعد ذلك موازية ومحددة لوادى النيل.

ولما كان الموقع العام لهذه المنطقة يكون إلى الشمال الشرقى من مدينة أبوسمبل، وبعيداً عن وادى النيل ونظام التصريف المتصل به من الجانب الغربى، فإن الحد الشمالى للمنطقة هو حافة سن الكذاب فى جزئها الشرقى، وخط كنتور ٢٠٠ متر فى الجزء الغربى من الحافة، وفى الشرق والشمال الشرقى اتخذ الباحث خط كنتور ٢٥٠ متراً كأساس للتحديد وفى الركن الجنوبى الغربى يعتبر خط تقسيم المياه بين الشمال الشرقى (إلى منطقة الدراسة) وبين الجنوب الغربى (إلى باقى منخفض توشكى) كحد فاصل ليمثل حدوداً جنوبية وجنوبية غربية للمنطقة، بينما فى الغرب والشمال الغربى اتخذ خط كنتور ٢٠٠ متر أيضاً.

وبهذا التحديد وجد أن منطقة الدراسة تقع بين دائرتي عرض ٤٦° - ٥٢° شمالاً وبين ١٣° - ٢٦° شمالاً، كما تقع بين خطي طول ٥١° - ٥٣° شرقاً وبين ٤٦° - ٥٥° شرقاً كما في شكل (٢٨)، وكان لهذا الموقع الفلكي خاصة عند مدار السرطان أثره الواضح في تشكيل الظاهرات الجيومورفولوجية بفعل المناخ وغيره من العناصر الأخرى كما سيأتي فيما بعد.

وبهذا الموقع وهذا التحديد وجد أن المنطقة تمثل الجزء الشرقي لمنخفض توشكي وجزء صغيراً يقع إلى الشرق منه وتبعد عن مدينة أسوان ١٢٥ كم في طرفها الشمالي الشرقي ويبعد الطرف الجنوبي عن مدينة أبوسمبل ٤٧ كم، وتقع المنطقة غربى طريق أبوسمبل - أسوان والذي يمتد بمحاذاة وادي النيل وبحيرة ناصر من الجهة الغربية بحيث تبعد عن الطريق حوالي ١٠ كم في المتوسط.



شكل (٢٨) : موقع منطقة شرقى منخفض توشكى.

ويبلغ طول المحور الشمالى الشرقى لمنطقة الدراسة ١٠٦ كم وهو أكبر المحاور طولاً بمنطقة شرقى المنخفض، بينما يبلغ طول المحور المتعامد عليه والممتد باتجاه شمالى غربى - جنوبى شرقى ٧٥,٦ كم. هذا بينما يكاد يتساوى كل من المحورين الشمالى - الجنوبى والغربى - الشرقى حيث يصل طول كل منهما ٩٠ كم تقريباً. وهذان المحوران فى منتصف المسافة تقريباً، حيث يمتد المحور الشمالى الجنوبى من حافة سن الكداب شمالاً حتى وادى توشكى جنوباً، ويتعامد عليه المحور الأوسط باتجاه شرقى غربى. ويبلغ معامل الشكل فى الحالة الأولى ٠,٧١ والذى يظهر أن الشكل يميل إلى الاستدارة.

وقد وجد أن المحور الشمالى الشرقى للمنطقة ينحرف بمقدار شمال ٥٦° شرق، معنى هذا أن توجيه المنطقة يصبح شرق الشمال الشرقى - غرب الجنوب الغربى وهذا له علاقة ببنية المنطقة ونشأتها من جهة والاستفادة منها فى التنمية من جهة أخرى كما سيأتى فيما بعد.

وتبلغ جملة مساحة منطقة شرقى منخفض توشكى ٣٩٦٠,٣٢ كم وهى بهذا تمثل ٠,٥٨٪ من جملة مساحة الصحراء الغربية فى مصر، و ٨,٠٩٪ من جملة المنطقة.

ثانياً: جيولوجية وطبوغرافية المنطقة :

(١) جيولوجية المنطقة :

تتنوع الصخور بمنطقة الدراسة حيث توجد الصخور الرسوبية سواء الحجر الجيرى أو الحجر الرملى بالإضافة إلى الصخور الأركية القديمة والأحدث نسبياً. فصخور القاعدة الأركية يوجد منها صخور الجرانيت والنييس والطفوح البازلتية، وتكون صخور الجرانيت كتلاً رئيسية بالمنطقة وتظهر بوضوح فى جبل أم شاغر وجبل برق السحاب (Geofizika, 1966, P. 42) أما صخور النييس ذو النسيج الخشن واللون الرمادى الأبيض فتوجد فى شكل كتل بيضاوية تأخذ اتجاهاً شرق الشمال الشرقى - غرب الجنوب الغربى (El-Shazley et al., 1977, P. 48) وتمتد حتى تصل إلى درب الأربعين حيث تمثل امتداداً لكتل صخور القاعدة الأساسية المرفوعة لكتلة نخلاى - أسوان والتي تمتد من الشمال الشرقى إلى الجنوب والجنوب الغربى لكتلة نخلاى - أسوان (Awad & El-Sorady, 1987, P. 16) أما ظاهرة القواطع Dykes فهى عبارة عن حافات

متتابعة مكونة من الفلسيت وتبدو فى الصور الجوية بمحور عام ٦٠° تجاه الشمال الشرقى، ومتوسط المسافة بين هذه الحافات ١٢٥ متراً وهى مقطعة بدرجة كبيرة، وبلغ عددها ١٤٣ قاطعاً، ويصل متوسط الطول ٢٧٥ متر وبارتفاع ٠,٥ - ١,٢ متر، والقليل منها يقع فى المنطقة بينما معظمها يقع شرق هذه المنطقة وتوجد بعض القواطع عمودية على الاتجاه السابق وبمحور ٤٢° شمال غرب (١).

أما الصخور الرسوبية فى المنطقة فمعظمها يرجع إلى العصر الكريتاسى المتأخر والبالوسين والزمن الرابع، ويأتى ترتيب الصخور الحجر الرملى النوبى ضمن صخور العصر الكريتاسى الأعلى، وهى مكونة من الكوارتز ذو الحبيبات الناعمة والمائلة إلى الخشنة، وهى صخور مندمجة، وفى هيئة طبقات متتابعة ومستوية. وتوجد أيضاً صخور الحجر الرملى السلتى بشكل مفكك وسائب يتخللها طبقات طين صلبة، ومارل وطفل، وهى أقدم الصخور الرسوبية التى تغطى المنطقة وتقع فوق صخور القاعدة الأركية وقد تتحول فى بعض المناطق إلى كنجلو مرات بسمك نصف المتر كما هو الحال عند جبل أم شاغر (Geofizika, 1966, PP. 19 - 20) وقد توجد بها صخور سلطية طينية. وتتوزع صخور الحجر الرملى النوبى على مساحة واسعة بالمنطقة خاصة الجزء الأوسط وبمحور شمالى شرقى - جنوبى غربى، كما تتكون منها التلال وأشباه السهول المتناثرة فى شرق وجنوب شرق منخفض توشكى كما توجد فى التلال وأشباه السهول المتناثرة فى شرق وجنوب شرق منطقة الدراسة أيضاً ويمثلها تكوين صيباً وتكون قصيبة.

وتوجد شرائح طين أسنا Esna Shale أيضاً وهى عبارة عن طفل رمادى بنى قائم أو فاتح مائل للأصفرار مع وجود طبقة رقيقة من الكربونات، وهى عبارة عن طبقات ترتكز فوق تكوين الداخلة، وتبدو كمكشفات صخرية كما تبدو مكشوفة على السطح فى بعض الحافات الصخرية أو السطوح الجبلية وسط المنطقة والتى قد أزيلت من فوقها الصخور أو ساعدت عوامل البنية على ظهورها بمعدل أسرع كما فى المناطق ذات البنية القبابية أو فى مناطق أشباه السهول التى تعرضت للتخفيض لفترة طويلة من الزمن.

(١) قياساً من الصور الجوية مقياس ١ / ٥٠٠٠٠ والدراسة الميدانية.

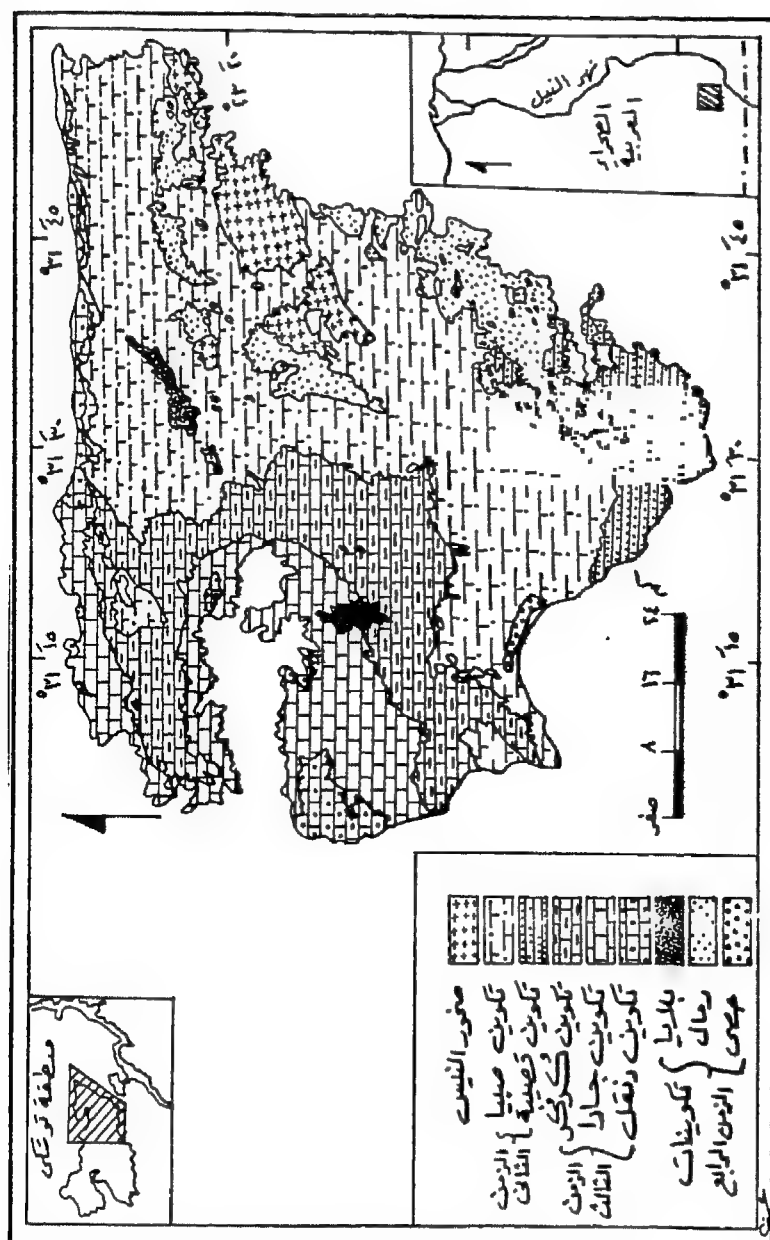
ويوجد تكوين الداخلة بالمنطقة والذي يرجع للعصر الكريتاسى الأعلى وهو عبارة عن حجر جبرى مركب من الطين والطين السلتى والحجر الرملى والطين الجبرى (Ibid, P. 25) ويوجد هذا التكوين جنوب حافة سن الكداب عند جبل برق السحاب.

أما تكوين كركر فيرجع إلى الباليوسين، ويتراوح سمك هذا التكوين ٢٠ - ٤٠ متراً (Awad & El-Sorady, 1987, P. 15) ويوجد هذا النوع الصخرى فى حافة سن الكداب وذلك قرب مستوى سطح الأرض، وتغطى الوسط الغربى للمنطقة فى شكل حافة جبرية تمتد من الشمال إلى الجنوب وتحرف باتجاه الجنوب الغربى بحيث تركز عليها كثير من البلىا كما فى شكل (٢٩).

والنوع الرابع من التكوينات الجيولوجية هو تكوين جارا Garra Formation ويتركب من طبقات الحجر الجبرى السمكة، ويكون طباشيرياً ودولوميتى فى بعض المواضع، ومتوسط السمك ٤٠ متراً (Ibid, P. 15) وهو يكون جزءاً من حافة سن الكداب وبالاتجاه الجنوبى الغربى والجزء الغربى من المنطقة، وتبدو مكونة لبعض القمم فى هذا الجزء ومرتكزة فوق تكوينات الداخلة.

ويوجد تكوين دنقل والذي يدخل ضمن مجموعة طيبة، وترجع صخوره للزمن الثالث أو إلى الأيوسين الأسفل على وجه التحديد، وهو عبارة عن حجر جبرى مع طبقات طين، والجزء العلوى من الحجر الجبرى به شرائح يظهر بها الصوان (Conoco, 1987) .

هذا وتوجد رواسب مفككة ترجع للزمن الرابع ممثلة فى رواسب البلىا، والطمى والطين البحيرى وفرشات الرمال والحافات الرملية والرواسب الفيضية ممثلة فى المراوح الفيضية.



مستخرجة من: Conoco Coral, 1987

شكل (٢٩) : التكوينات الجيولوجية لمنطقة شرقي منخفض توشكي.

(٢) طبوغرافية المنطقة :

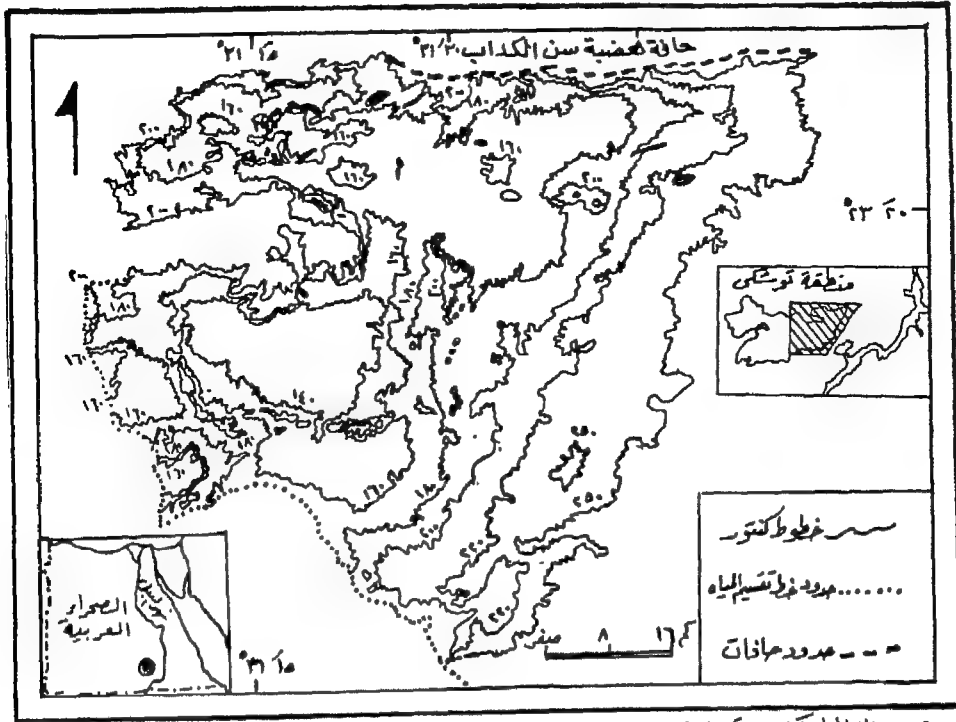
يحيط بمنطقة شرقى منخفض توشكى خط كنتور ٣٠٠ متر فى أقصى شمال شرق وشمال المنطقة مع إمتداد حافة سن الكداب، بينما يحيط بها كنتور ٢٠٠ متر شمال وشمال غرب، ويحددها كنتور ٢٥٠ متراً شرق وجنوب شرق المنطقة، بينما فى الجنوب الغربى يقل الارتفاع عن ذلك ليصل بين ١٦٠ - ١٨٠ متراً. وفى وسط المنطقة نجد أن أعلى ارتفاع بها هو جبل أم شاغر الذى يبلغ ارتفاعه ٣١٨ متراً وخفض منسوب فى المنطقة يبلغ ١٢٠,٥ متراً عن مستوى البحر ويمثله موضع بلايا رقم (٤) فى الجزء الشمالى الأوسط للمنطقة.

ومن حيث الارتفاعات نجدها تزداد فى الركن الشمالى من المنطقة حيث توجد السفوح الجنوبية لهضبة سن الكداب ويزيد الارتفاع بها عن ٣٠٠ متر كلما ارتقينا سطح الهضبة حتى نصل إلى إرتفاعات تزيد عن ٤٠٠ متر ، وفى الشمال الغربى نجد أن المنطقة محددة بارتفاع ٢٠٠ متر شكل (٣٠)، وفى الشمال الغربى يقل الارتفاع عن ٢٠٠ متر فى حين تنخفض بوضوح إلى ١٦٠ متراً فى الجنوب الغربى ويرجع ذلك إلى أن هذا الجزء يقع على طول امتداد المحور الشمالى الشرقى - الجنوبى الغربى الذى تكون عليه الإقليم - أو منخفض توشكى والذى تعرض لشدة النحت والتخفيض ولفترة أطول.

وتقل الارتفاعات بالاتجاه جنوباً حيث وادى توشكى الذى يتجه من الشمال إلى الجنوب حيث أدى الوادى إلى نحت مناطق كثيرة وتخفيض منسوبها لذا تتقارب خطوط الكنتور وتحرف نحو الجنوب بينما يمتد كنتور ٢٥٠ متراً بمحور يوازى الحافة الجبلية التى تمثل منطقة تصريف لكل من وادى النيل شرقاً ومنطقة شرقى منخفض توشكى غرباً وهنا تتباعد خطوط الكنتور بوضوح لقلّة الانحدار بعكس الحافة الشمالية.

وتعكس خطوط الكنتور بشكل عام الاتجاه نحو الهبوط إلى قلب المنخفض بحيث يقل الارتفاع فى القلب ويزداد نحو الأطراف بشكل عام كما فى شكل (١٢)، وإن كانت تتخللها بعض الكتل الجبلية المعزولة التى يزيد ارتفاع بعضها عن ٣٠٠ متر، فى حين أن أقل منسوب داخلها ١٢٠,٥ متراً كما سبق الذكر.

وقد تم قياس الانحدارات من الخرائط ١ / ٢٥٠٠٠ ووجد أن الركن الشرقي والجنوبي الشرقي تمثل مواضع مستوية أو خفيفة جداً في انحداراتها حيث يقل متوسط قيم درجات الانحدار عن الدرجة الواحدة بينما يزيد الانحدار في الغرب والشمال الغربي ليصل المتوسط إلى ٢,٦° حيث يصبح الانحدار خفيفاً ويرجع ذلك إلى سيادة السهول وأشباه السهول في هذه الجوانب، بينما يزيد الانحدار في الركن الشمالي للمنطقة حيث يصل متوسط درجات الانحدار ٧,٨° أي أن الانحدار متوسط كما في جدول (١٨) ويزيد المتوسط هنا عن ٧ أمثال الانحدار في الجنوب ويصل المتوسط العام لانحدار جوانب المنطقة نحو الداخل ٢,٣° مما يدل على أن معظم جوانب المنطقة خفيفة الانحدار بالاتجاه نحو القلب.



رسمت من الخرائط الكنتورية مقياس ١/١٠٠٠٠٠، مشروع الوادي الجديد، إدارة المساحة العسكرية

شكل (٣٠) : الخريطة الكنتورية لمنطقة شرقي منخفض توشكي.

جدول (١٨) : خصائص انحدار جوانب شرقي منخفض توشكي.

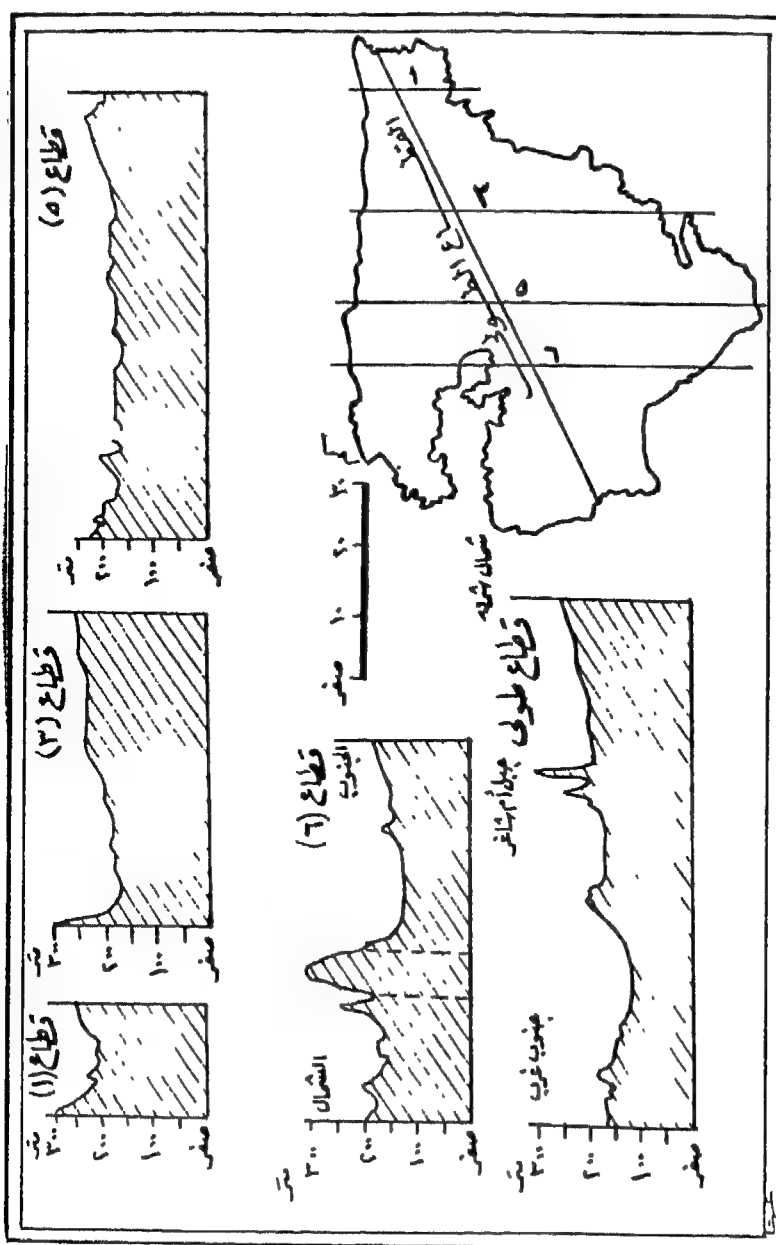
المتوسط العام	الجانب الشمالي	الجانب الغربي والشمال الغربي	الجانب الجنوبي والجنوب الغربي	الجانب الشرقي والجنوب الشرقي	خصائص الانحدار
٢,٣	٧,٨١	٢,٤٦	٠,٨	٠,٢٧	المتوسط بالدرجة
—	٥,٨	٢,٣٦	٠,٨٣	٠,٢٧	الانحراف المعياري
—	٩٩,٨	١٠٦,٩	١٠٣,٧	١٠٠	معامل الاختلاف
—	١٨	١٤	١١	١٣	عدد الحالات
—	٠,٨٢	٠,٣	٠,١٥	٠,١١	أقل درجة
—	٢١,٨	٤,٥٧	٣,٢	٠,٨٢	أعلى درجة

المصدر : تم القياس من ١ / ٢٥٠٠٠ للحافة الشمالية والباقي من الخرائط ١/١٠٠٠٠٠.

ويتبين كل ركن من أركان المنطقة في انحدارها نحو قلب المنطقة حيث يتراوح الانحدار بين ٠,١١ - ٠,٨٢ في الشرق والجنوب الشرقي بينما تتراوح درجات الانحدار في الجنوب والجنوب الغربي بين ٠,١٥ وبين ٣,٢ أى بين المستوية وخفيفة الانحدار وفي الغرب والشمال الغربي تتراوح القيم بين ٠,٣ وبين ٤,٥٧ أى بين الاستواء والانحدار الخفيف أيضاً في حين تتراوح الانحدارات في الشمال بين أقل من الدرجة وبين ٢١,٨ أى تزيد حتى تصل إلى الانحدار الشديد كما في جدول (١٨).

ويظهر الاختلاف في الانحدار من حساب معامل الاختلاف لكل جانب، حيث تزيد نسبة التباين بين درجات الانحدار في المناطق التي ترتفع فيها قيم درجات الانحدار بشكل عام، وإن كان معامل الاختلاف لدرجات انحدار الحافة الشمالية أقل نسبياً حيث يبلغ ٩٩,٨٪ نظراً لشدة تجانس الحافة في انحداراتها إذا قورنت بباقي الجوانب المحددة لمنطقة الدراسة كما في جدول (١٨) .

وتعكس القطاعات التضاريسية - الميل للخفيف نحو الداخل في الركن الجنوبي بينما يشد الميل من السفوح الشمالية تجاه الداخل ويرجع هذا لتأثير الحافة البنائية في الشمال والتي تمثلها حافة سن الكداب، كما تعكس هذه القطاعات أيضاً وجود بعض الحافات الصخرية والكتل الجبلية المعزولة والتي يتركز معظمها بالقرب من الحافة الشمالية كما في شكل (٣١).



من عمل الباحث من الخرائط الكنتورية ١/١٠٠٠٠٠ م مشروح المولى الجديد

شكل (٣١) : القطاعات التضاريسية لمنطقة شرقى منخفض توشكى.

أما القطاع التضاريسى للمنطقة والذي يأخذ اتجاهاً شمالياً شرقياً - جنوبياً غربياً فيعكس تفاصيلاً دقيقة، حيث تظهر به الكتل الجبلية المعزولة Insbergs كما هو الحال فى جبل أم شاغر والكتل الجبلية الواقعة إلى الغرب والجنوب الغربى منه. ويعكس القطاع أيضاً ارتفاع قاع المنطقة فى أقصى الشمال الشرقى نسبياً ثم يأخذ هذا القاع فى الانخفاض فى منسوبه بالاتجاه إلى الجنوب الغربى، ويمثل الجزء الأول جانباً هامشياً لأطراف التحذب الكبير نخلأى - أسوان السابق ذكره، بينما يشتد الميل نحو الجنوب الغربى حيث يمتد منخفض توشكى إلى أبعد من ذلك فيما وراء بئر طر فاوى، ويؤثر فى هذا أيضاً العامل الجيولوجى حيث تمتد صخور الحجر الرملى النوبى وسط وجنوب غرب المنطقة بينما فى الشمال الشرقى وفى النطاق الأوسط يوجد تكوين دنقل وهو من الحجر الجيرى، بينما تسود تكوينات كركر فى الطرف الغربى وهى حجر جيرى يرتكز على حجر طينى (Conoco, 1987) ومن هنا تعرضت صخور الحجر الرملى والحجر الطينى وغيرها للنحت بدرجة كبيرة مما أدى إلى تخفيض المنسوب.

هذا وتعكس القطاعات التضاريسية من الشمال الى الجنوب وجود المنخفضات الثانوية التى تفصل بينها حافات صخرية. فالقطاع رقم (١) يشير إلى وجود منخفضين أحدهما شمالى ضيق وعميق، أما القطاع التضاريسى الطولى فيعكس وجود منخفض شمال شرق جبل أم شاغر وآخر إلى الغرب منه، قاعه أكثر انخفاضاً وأكثر استواءاً، ومنخفضاً ثالثاً فى الجنوب الغربى أكثر اتساعاً، ويفصل هذه المنخفضات عن بعضها البعض حافات جبلية مختلفة الأطوال والارتفاعات والمساحات.

ومن خلال حساب المساحات بين خطوط الكنتور المختلفة فى ارتفاعاتها وجد أن ٤٥,٩% من جملة مساحة المنطقة يقل ارتفاعها عن ١٨٠ متراً، وأن حوالى ٢٠% من المساحة الكلية تزيد فى ارتفاعاتها عن ٢٠٠ متر.

ثالثاً : الأشكال البنائية :

تتضمن الأشكال البنائية كل الظواهر البنائية الأصل والتي كونتها فى البداية عوامل التصدع من جهة والالتواء من جهة أخرى ثم مارست العمليات الجيومورفولوجية المرتبطة بمجموعة من العوامل عملها فى تشكيل وتعديل ونحت هذه الظواهر. وتتعدد الظواهر البنائية فى منطقة الدراسة، حيث توجد الحافات الجبلية والجزر الجبلية والأشكال القبابية، والبيدمنت والكويستات.

(١) الحافات الجبلية والجزر الجبلية :

يوجد أكبر ملمح جيومورفولوجى للحافات بالمنطقة - محدد لها من الجهة الشمالية ويتمثل فى حافة سن الكداب، وهى ملمح أساسى فى منطقة توشكى عامة، وهى ذات صلة أساسية بالخطوط البنائية الإقليمية، حيث أنها نشأت نشأة بنائية بالدرجة الأولى، وتتحكم فيها مجموعتين من الصدوع الرئيسية التى تأخذ اتجاهات عاماً شمالياً - جنوبياً، وشرقياً - غربياً (El-Shazley et al., 1977, P. 25 & 33) .

يضاف إلى هذا أن هذه الحافة صخورها من تكوين دنقل وهو حجر جبرى يتعاقب معه طبقات طين أسفل منها، وتكوينات جارا وهى حجر جبرى أيضاً، ويوجد بهذه التكوينات أيضاً مركب من الطين الطباشيرى الذى يتعاقب مع حجر جبرى رملى وحجر رملى جبرى (Geofizika, 1966, P. 27).

وقد أثر نوع الصخر فى تطور حافة سن الكداب، حيث يوجد بين التكوينات المكونة لصخور الحافة تكوين إسنا السفلى وهى صخور طينية تتركز فوق الحجر الرملى النوبى وفوقها تكوين كركر، وتكوين دنقل، مما ساعد على سرعة تراجع الحافة. وقد عملت التجوية والنحت على تقويض الحجر الرملى النوبى وطبقات الطفل الأكثر ليونة بدرجة سريعة جداً مما تسبب فى إنهيار دورى لكتل الحجر الجبرى لمسافات محدودة من الحافة وتبع ذلك زحزحة خط الحافة تجاه الهضبة ناحية الشمال (Geofizika, 1966, p 16) والذى يعرف بتراجع السفوح.

وتتسم سفوح الحافة بشدة التقطع نسبياً بواسطة خطوط التصريف الكثيفة، وبحساب عدد الآودية وطول مسافة الحافة وجد أن درجة تقطع الحافة بالآودية بلغ

معدله وادى واحد/٢كم، كما أن معامل الالتواء لحافة سن الكداب والمحددة للركن الشمالى لهذه المنطقة بلغ ١,٣٤ كم، وقد بلغ متوسط درجة انحدار الحافة الشمالية ٧,٨° كما فى جدول (١٨) لذا تتسم الحافة بأن انحدارها متوسط.

(٢) الكتل الصدمية :

تعتبر الكتل الصدمية من أكبر الظواهر البنائية النشأة فى منطقة شرقى منخفض توشكى أيضاً وتتسم أحياناً بالامتداد الكبير، كما أنها متعددة فى اتجاهاتها، فبعضها يمتد بمحور شمالى - جنوبى متأثرة بنفس اتجاهات الصدوع الرئيسية وهذه تتركز فى الوسط الغربى والجنوب الغربى من المنطقة وبعضها بمحور شرقى- غربى وتوجد فى أقصى شمال غرب المنطقة، كما توجد فى أقصى جنوبها الغربى أيضاً كما فى شكل (٣٢) ومجموعة ثالثة تأخذ اتجاهاً شمالياً غربياً- جنوبياً شرقياً وتوجد فى غرب المنطقة وهذه كلها ذات صخور رسوبية خاصة الصخور الجيرية. وتوجد الكتل فى هيئة حافات تقع إلى الجنوب من جبل السحاب فى الجزء الشرقى للمنطقة وهى عبارة عن حافات متتابعة من القواطع Dykes مكونة من صخور الفلسيت، وتأخذ محوراً عاماً باتجاه شمال شرق ٦٠° جنوب غرب، والمسافة بين كل قاطع وآخر ١٢٥ متراً كما سبق الذكر وهى مقطعة بدرجة كبيرة وتمثل ملمحاً بارزاً من سطح الأرض، بعضها يقع داخل حدود منطقة شرقى منخفض توشكى والآخرى تقع فيها بينها وبين طريق أسوان- أبو سمل، ويتراوح ارتفاع الحافة بين نصف المتر وأقل من المترين.

جدول (١٩) : أبعاد وانحدار الحافات الجبلية والجزر الجبلية شرقى منخفض توشكى.

النوع	الارتفاع النسبى متر	متوسط الطول كم	العرض كم	درجة الانحدار		درجة الانحدار للعام تجاه الشمال
				جنوباً أو شرقاً	شمالاً أو غرباً	
الحافات الجبلية	٣١,١	—	—	٥٩,٢	٥٥,٣	٥٧,٨
الجزر الجبلية	٥٧,٤	٢,٥٦	١,٢٨	٥٩,٩	٥٩	٥٩

* من حساب الباحث من تطبيق الخريطة الجيومورفولوجية ١/٥٠٠٠٠ مع خرائط ١/٢٥٠٠٠ بعد تصغيرها

أما ارتفاع الكتل الجبلية ذات الصخور الرسوبية فيصل فى المتوسط ٣١,١ متراً، ويصل انحدارها نحو الجنوب أو الشرق ٥٩,٢°، بينما بعض الكتل تتحدر نحو الغرب بمتوسط ٥٥,٣° أما الانحدار نحو الشمال عامة فيصل متوسط درجة انحدارها ٥٧,٨°.

ويصل متوسط ارتفاع الكتل الصخرية المكونة للجزر الجبلية ٥٧,٤ متراً، ومتوسط طولها ٢,٥٦ كم، ومتوسط امتدادها العرضى ١,٢٨ كم، والتي تبدو بذلك أنها واسعة الامتداد رغم قلة عددها نسبياً كما فى جدول (١٩) والذي لايزيد عن ٥ حالات كما يتراوح متوسط درجة انحدار جانبيها بين ٥٩ - ٥٩,٩ أى أن انحدارها متوسط مما يعكس شدة نحت الجوانب نسبياً، وهى مكونة من صخور الحجر الجيري أساساً بمختلف مكوناته سواء تكوين الداخلة أو قصيبة أو تكوين جارا.

(٣) الأشكال القبابية Domal Features :

ينشأ هذا الملمح نتيجة عمليات بنائية كونت محدبات فى بناءات الصخر ونتج عنها طبوغرافيا قبابية تمثل مظهراً أرضياً مرتفعاً (Bloom, 1979. P. 49) . كما يشير الشاذلى (El-Shazley et al., 1977, p. 45) . أيضاً إلى أن الأشكال الدائرية فى منطقة شرقى منخفض توشكى نشأت بفعل خطوط الضعف البنائية الممتدة بمحور شمال شرق - جنوب غرب والتي تمثل أشكالاً قبابية بنائية. ويوجد حالتان من هذا الشكل فى أقصى غرب وشمال غرب المنطقة، ويبلغ طولهما ٥ و ١,٧٥ كم، وعرضهما ١,٢٥ و ١,٣٥ كم على التوالى.

وقد بلغت مساحة الحافات والجزر الجبلية ٢,٢٪ من مساحة المنطقة، ورغم أنها تبدو نسبة صغيرة بسبب التطور النحتى الذى وصلت إليه المنطقة وهى مرحلة شبه السهل الصحراوى إلا أنها تمثل مصدراً تنقل منه الرواسب التى تبنى منها الرواسب المرتكزة على أسطح السهول التى شكلتها الرياح والبلايا التى كونتها الأودية.

(٤) البيدمنت Pediment :

تمثل البيدمنت جزءاً أو نطاقاً تحتياً للسفوح، وتوجد في الأجزاء العليا منها عادة، وتظهر في نطاق الحافة الشمالية والتي تتمثل في حافة سن الكداب بالإضافة إلى وجودها في سفوح الحافات الجبلية الأخرى والجزر الجبلية التي تقع وسط وغرب وجنوب غرب المنطقة كما في شكل (٣٢) والتي ترتبط بالسفوح الشرقية والجنوبية أو الشمالية والغربية لهذه الحافات الواقعة داخل المنطقة.

وتبلغ مساحة البيدمنت في منطقة شرقي منخفض توشكي ٢٢٢,٣٤ كم^٢، وهي بذلك تمثل نسبة قدرها ٥,٦١ ٪ من جملة مساحة منطقة شرق منخفض توشكي^(١) وهي نسبة صغيرة، ويبدو مظهر البيدمنت في الحافة الشمالية - كمناطق صخرية تحت أقدام المنحدرات وقد قطعها الأودية ذات الاتجاه المتعامد على الحافة وبمحور شمالي -جنوبي وهي أودية صدعية بالدرجة الأولى.

وبقياس اتساعات البيدمنت من الصور الجوية في المواضع المختلفة بالمنطقة وجد أن متوسط اتساعها ٠,٥١ كم وهذه القيمة كبيرة نسبياً وتعكس عمليات تراجع السفح من أعلاه بدرجة كبيرة، ويتراوح هذا الاتساع ما بين ١٠٠ متر كأقل قيمة وبين ٨٥٠ متراً كأكثر قيمة كما في جدول (٢٠) ويصل معامل الاختلاف في اتساع البيدمنت ٨٢,٣ ٪ وهي قيمة كبيرة نسبياً، ويرجع هذا الاختلاف إلى تباين نوع الصخر بالدرجة الأولى وبالتالي التباين في الاستجابة لعمليات النحت.

ويؤثر عامل الصخر في اتساع البيدمنت، فتكوين قصية يبلغ معدل اتساع البيدمنت به ٧٥٠ متراً وهو معدل كبير نسبياً وساعد على ذلك أن هذا التكوين صخوره من الحجر الرملي أساساً، بينما في تكوين جارا يصل معدل اتساع البيدمنت ٣٨٦ متراً وهي صخور جيرية بها شرائح من الطين تتعاقب مع الصخر والتي ساعدت على شدة النحت نسبياً مقارنة بغيرها، أما البيدمنت الأقل اتساعاً فهي في تكوين كركر وهي صخور جيرية ويصل معدل الاتساع ٢٦٠ متراً فقط كما في جدول (٢٠) وبحساب نسبة اتساع البيدمنت إلى اتساع البهادا وجد أن القيمة تتراوح بين ٢٣ ٪ و ٨٩,٤ ٪ ، كما أن نسبة مساحة البيدمنت إلى مساحة البهادا وصلت ٠,٤١ ، وتعكس زيادة في مساحة البيدمنت مقارنة بالبهادا. أي أن تراجع الحافة يبدو في أعلاها بشكل واضح مما يزيد من مساحة البيدمنت إلى جملة مساحة كل من البيدمنت والبهادا.

(١) تم القياس من الخريطة الجيومورفولوجية ١ / ٥٠٠٠٠

جدول (٢٠) : الخصائص المورفومترية للبيدمنت والبهادا شرقي منخفض توشكي.

رقم القياس	متوسط الاتساع كم		درجة الانحدار		متوسط عرض الحافة الجبلية كم	نوع الصخر	التكوين الجيولوجي	عدد الحالات	نسبة اتساع البيدمنت إلى البهادا
	البيدمنت	البهادا	البيدمنت	البهادا					
١	٠,٢٦	٠,٤٤	٥,٢	١,٩	١,٠١	جبرى	كركر	٧	%٥٩
٢	٠,٢	٠,٣٦	٥,٤	١,٥	٢,٧	جبرى	جارا	٤	%٥٥,٦
٣	٠,٩	٣,٩	٣,٢	٠,٩	٢,٤٣	جبرى	جارا	٣	%٢٣
٤	٠,١	٠,٢	٢,٥	١	١,٣	طبقى وسلى	قصية	٢	%٥٠
٥	٠,١٧	٠,٤٨	٩,٥	٢,٤	١,٢	جبرى	جارا	٤	%٣٥,٤
٦	٠,٢٧٥	٠,٦١	٥,٧	٠,٤	-	جبرى	جارا	٣	%٤٥,١
٧	٠,٨٥	٠,٩٥	٢,٣	٠,٨	-	جبرى	قصية	٣	%٨٩,٤
٨	١,٣	١,٤٧	٧,٩	٠,٤٤	-	رملى وجبرى	قصية	٤	%٨٨,٤
المتوسط	٠,٥١	١,٠٥	٥,٢١	١,٠٦	١,٦٣				
الانحراف المعياري	٠,٤٢	١,١٤	٢,٣٩	٠,٦٧	٠,٥٧				
معامل الاختلاف	٨٢,٣	١٠٨,٦	٤٥,٩	٦٣,٧	٣٥				

* تم حساب الحدول من الصور الجوية ١ / ٥٠,٠٠٠ وخرائط ١ / ٢٥٠٠٠، والخرطة الجيولوجية ١ / ٥٠٠٠٠٠.

وتتراوح درجة انحدار البيدمنت فى المنطقة فى المواقع المختلفة بين ٠٢,٣ وبين ٠٩,٥ أى بين الانحدار الخفيف والانحدار المتوسط، وهى قيم تتفق مع درجات الانحدار للبيدمنت التى أشار كوك ووارين أنها ما بين صفر - ١١ (Cooke & Warren, 1973, P. 192) وأشار بلوم أيضاً إلى أن درجات انحدارها ١ - ٠٧ (Bloom, 1979, P. 320).

وبمقارنة هذه القيم فى المنطقة بالدراسات السابقة عن مناطق أخرى فى العالم نجد أن متوسط انحدار البيدمنت فى صحراء موهاف الغربية فى الولايات المتحدة ٣٥ - ٠٢ وفى إقليم آجو - أريزونا ٠١ - ١٤ وفى جنوب غرب الولايات المتحدة ٣٠ - ٠٢ (Cooke & Warren, 1973, P. 193) ووصلت ٠٤,٧ فى السفوح الغربية لجبل طويق والمحددة لمنطقة الحمادة فى وسط نجد بالمملكة العربية السعودية (التركمانى، ١٩٩٦، ص ٧٣) وهنا تبدو شدة انحدار البيدمنت فى منطقة الدراسة وقد يرجع هذا

إلى عدم التوافق الموجود أحياناً بين الطبقات الصخرية مما تعمل على عدم التجانس فى عملية النحت وتراجع السفح فيزيد الانحدار، ولهذا نجد أن معامل الاختلاف فى درجات الانحدار يبلغ ٤٥,٩% فالبيدمنت ذات الصخور الرملية (تكوين قصيبة) متوسط انحدارها ١٢-٥٤° بينما يزيد المتوسط فى تكوين جارا إلى ٥٤-٥٥° وذلك بسبب صخورها الجيرية التى تتعاقب معها طبقات الطين، ويقل الانحدار نسبياً عن ذلك فى تكوين كركر الجبرى إلى ١٢-٥٥° كما فى جدول (٢٠).

ونتيجة اتساع البيدمنت نسبياً نجد أن نسبة اتساعها إلى اتساع سهول البهادا كبيرة، حيث تراوحت هذه النسبة بين ٢٣% و ٨٩% كما سبق الذكر والتى إذا قارناها أيضاً بنظيرتها فى صحراء موهاف والتى وصلت النسبة بها ما بين ٠,٣٦% - ٩,٤% وفى أريزونا ٠,٢٥% و ٤٠ - ٥٠% (Cooke & Warren, 1973, P. 192) لاتضح لنا أن النسبة فى هذه المنطقة كبيرة وهذا يرجع إلى تأثير عامل عدم التوافق الصخرى الموجود بحافات منطقة الدراسة.

جدول (٢١) : المركب الجيومورفولوجى شرقى منخفض توشكى.

الظاهرة الجيومورفولوجية	المساحة كم ^٢	% من جملة المساحة
الحافات الجبلية والجزر الجبلية	٨٦,٣٤	٢,٢
البيدمنت	٢٢٢,٣٤	٥,٦١
الكويستات	٣,٦٨	٠,١
الميسا	١٣,٩٨	٠,٣٥
التلال المعزولة	٤,٣١٥٤	٠,١
البهادا	٥٣٧,٠٣	١٣,٥٦
البلايا	٦٠,٧٩	١,٥٣
المراوح الفيضية	٨٥,١٧٤	٢,١٥
السهول وأشباه السهول	٢٩٤٦,٦٧	٧٤,٤
الجملة	٣٩٦٠,٣٢	%١٠٠

(٥) الكويستات^(١) :

تتوزع الكويستات فى منطقة شرقى منخفض توشكى فى الوسط الغربى والشمال الغربى والوسط والشمال الشرقى والشرق بها، وهى فى شكل منفرد، وطبقاً لتصنيف ديفز ١٩١٥ الذى أورده أبو العينين (١٩٨٩، ص ص ٢٠١ - ٢٠٢) لمجموعات الكويستات حسب التقارب والتباعد فإن كويستات المنطقة تعتبر على مسافات متباعدة، وبشكل فردى، ويتركز معظمها فى مناطق أشباه السهول والسهول والمناطق الصخرية ذات الطبوغرافيا المموجة.

(أ) الخصائص المورفومترية للكويستات :

تنتم الكويستات بعدة خصائص مورفومترية سواء فى الأبعاد أو الانحدار أو رواسب أسطح الكويستات. فمن حيث أطوال الكويستات يصل متوسط الطول ٠,٥٠٣ كم، فى حين يبلغ متوسط عرض الكويستات ٠,٣ كم، هذا ويبلغ أقل اتساع ٤٤,١ متراً بينما يزيد إلى ١٧١,٣ متراً للكويستات التى تم قياسها ميدانياً. أما ارتفاع الكويستات فيبلغ المتوسط ١٠,٧ متراً، وتتراوح قيم الارتفاع ما بين المترين وبين ٢٢ متراً، ويبلغ متوسط المساحة ٠,١٦ كم^٢ لعدد ٢٣ كويستا مما يعكس صغر مساحة الكويستات بالمنطقة، فى حين يبلغ إجمالى مساحة الكويستات بالمنطقة ٣,٦٨ كم^٢ والتى تمثل ٠,١٪ من جملة مساحة المنطقة كما فى جدول (٢١).

وينحدر ظهر الكويستا انحداراً هيناً فى اتجاه الميل الطبقي العام (جودة، ١٩٨٠، ص ٢٧٦) ولما كان متوسط درجة انحدار الظهر فى المنطقة يبلغ ٨,٧° لذا فهو انحدار متوسط، فى حين نجد أن انحدار أوجه الكويستات يزيد عن ذلك ليصل المتوسط ٢٣° أى أنها شديدة الانحدار طبقاً لتصنيف يانج للانحدارات (Young, 1972, P. 173) كما فى جدول (٢١) بينما يشير أبو العينين (١٩٨٩، ص ٢٠٥) إلى أن انحدار حافة الكويستا الأقل من ١٠° يعتبر انحدارها بسيطاً.

(١) أول من استخدم هذا التعبير هو الباحث هيل Hill عام ١٨٩٦م أى منذ مائة عام ويعنى جبل مختلف الاعداد ثم عرّفها ديفر بعد ذلك تعريفاً دقيقاً وهو المستخدم الآن (أبو العينين، ١٩٨٩، ص ١٩٧)

جدول (٢٢) : الخصائص المورفومترية للكويستات شرقى منخفض توشكى.

المساحة كم ^٢	عمق التجرية فى الظهر سم	سمك الرواسب سم		الارتفاع م	درجة الانحدار		الاتساع كم	الطول كم	
		الظهر	الوجه		الظهر	الوجه			
٠,١٦٠	٠,٣٥	٠,٢٣	٠,٣٧	١٠,٧	٨,٧	٢٣	٠,٣	٠,٥٠٣	المتوسط
٢٣	-	-	-	٧	٥	٥	٣٢	٣٢	عدد الحالات
-	٦	٦	٦	٧	٧	٧	٧	-	عدد المدرس ميدانياً
٢٣	٦	٦	٦	١٤	١٢	١٢	٣٩	٣٢	المجموع

* تم القياس من الخريطة الجيومورفولوجية ١/٥٠٠٠٠ والخرائط ١/٢٥٠٠٠ ، والدراسة الميدانية.

ويتسم نسيج الرواسب على أسطح الكويستات بأنها متشابهة فى كونها رملية حسب قياس متوسط حجم الرواسب وإن كانت تتفاوت فى درجة النعومة أو الخشونة لهذا النوع من الرواسب، حيث يتراوح المتوسط بين ϕ - ٠,٨٧ وهو الرمل الخشن جداً وبين ϕ ١,١٩ وهو الرمل المتوسط وإن كان يسودها الرمل الخشن حيث أن معظم قيم المتوسط تقع فى فئة الرمل الخشن، هذا بالإضافة إلى أن تصنيف الرواسب يقسم بأنه تصنيفاً رديئاً بشكل عام.

(ب) عوامل النشأة :

هناك عاملان أساسيان ساعدا على نشأة الكويستات بالمنطقة وتشكيلها وهما العامل الجيولوجى والعامل المناخى. فقد أثر العامل الجيولوجى سواء نوع الصخر أو البنية الجيولوجية على نشأة الكويستات فى مواضعها الحالية. فصخور المنطقة يوجد بها مكونات صخرية تتسم بعدم توافق طبقاتها، كما هو الحال فى عدم التوافق بين تكوين جارا من الايوسين الأسفل، وتكوين كركر من الباليوسين (Awad & El-Sorady, 1987, P. 15) كما أن الحجر الرملى النوبى به طبقات رقيقة من الطين والطفل (El-Shazley et al, 1977, P. 51) فى الجزء الشمالى من جبل أم شاغر.

لهذا فإن كلاً من الحجر الجيري والحجر الرملي به خاصية عدم التوافق ويبدو ذلك في كويستا رقم (٦) حيث يوجد بين طبقاتها الطفل وهو هنا عبارة عن الكاولينيت في شكل مفكك وصفائحي وأدى هذا إلى تراجع السطح الخلفي للكويستا بشدة والذي يعرف بوجه الكويستا، كما يوجد الجبس بانتظام في شكل عروق بسمك ١ - ٦ سم وموازياً للطبقات (Geofizika, 1966, P. 23) وقد وجد ذلك في كويستا رقم ٦ والتي سهلت عملية النحت والتراجع لوجه الكويستا وأوجدت عدم التوافق بين طبقات الصخر، خاصة أن معظم الصخور حجر رملي، بالإضافة إلى ميل الطبقات الصخرية تجاه الشمال والتي ترتبط بها ظاهرة الكويستات.

أما عن تأثير البنية الجيولوجية فقد لاحظ الباحث أن مواضع الكويستات خاصة وجه الكويستا ومحوره له علاقة بخطوط الصدوع. وعلى المستوى الإقليمي نجد أنها تكونت بسبب التصدع الذي حدث بالمنطقة في هيئة كتل شبه سلمية وأن الرمية السفلى على المستوى الإقليمي كانت تجاه الشمال (Ibid, P. 36) والتي أصبحت الآن ظهر الكويستات وأصبح ميل الطبقات الصخرية تجاه الشمال، حيث أن الطبقات الرسوبية التي حدث لها تصدعاً نجد أن الميول أحياناً تصل إلى ٣٥° (Ibid, P. 40) كما أن هناك طيات صغيرة محورها شرق الشمال الشرقي - غرب الجنوب الغربي كما سبق الذكر والتي تمثل محاوراً أساسية لإتجاهات أوجه الكويستات، وعلى ما يبدو أن بعض الكويستات تمثل مناطق تحدبات حيث تم نحت الأجزاء المقعرة حولها وأصبحت منخفضة وتمثل مسارات ومحاور لنحت المناطق المحدبة وقد أشار إلى هذه العملية أيضاً مابوت (Mabbutt, 1977, P. 144) .

وفي محاولة للربط بين توجيه الكويستات واتجاهات البنية كما في جدول (٢٣) نجد أنه رغم اختفاء الارتباط بين الصدوع ذات المحور الشمالي - الجنوبي إلا أنه يوجد أثر لتوجيه الكويستات في المحاور المختلفة الأخرى، فالمحور شمال ١٥° شرق يستأثر بمقدار ٢,٥٪ من عدد محاور أوجه الكويستات وهو يمثل محور بنية نظام شرق أفريقيا، وفي اتجاه ٢٥° شمال شرق يوجد ٧,٧٪ من عدد حالات الكويستات ويمثل نظام بنية خليج العقبة، أما المحور ٥٥° شمال شرق فله نسبة تساوى النسبة السابقة (٧,٧٪) وهو نظام بنية الأقواس السورية، في حين يستأثر الاتجاه ٧٥° - ٩٠° شرقاً بحوالى ٢٣,١٪ وهو محور نظام بحر تثنس والتي إذا

أضفنا إليها نفس المحور الغربى ٥٧٥ - ٩٠ غرباً لوصلت النسبة إلى ٥٨,٩٪ من عدد الكويستات. وقد أشار الشاذلى وزملاؤه (El-Shazley et al., 1977, P. 40) إلى أن هذا المحور الغربى يمثل محوراً لطيات حدثت بالمنطقة. ويصل مجموع نسبة النظم البنائية السابقة ٧٦,٨٪ من جملة نسب اتجاهات الكويستات بينما تمثل النسبة الباقية نتاجاً للصدوع المحلية والفواصل والطيات الصغيرة التى حدثت بالمنطقة.

أما تأثير العامل المناخى فى نشأة الكويستات فى هذه المنطقة فهو على غير المتوقع، حيث أن اتجاهات تكرار هبوب الرياح كمؤشر لفعل عامل الرياح - لا تتطابق مع اتجاهات محاور الكويستات إلا فى الاتجاه شمال الشمال الشرقى (١٥٠ - ٤٥٠)° والذى يستأثر فقط بنسبة ١,٨٩٪ من عدد الكويستات ويرجع هذا إلى وقوف حافة سن الكذاب بمحور شرقى غربى لتضعف الرياح ويصبح تأثيرها فى اتجاهات محدودة ومن هنا فإن عامل البنية وميل طبقات الصخر هو الأساس فى نشأة الكويستات بالمنطقة.

(ج) العمليات الجيومورفولوجية المؤثرة :

يتعرض سطح الكويستا لعمليات التجوية سواء الميكانيكية أو الكيماوية، حيث يتعرض الصخر للتمدد بسبب تسخين أشعة الشمس لسطح الصخر نهائياً وينكمش ليلاً. واعتماداً على بيانات محطة أسوان الواقعة على خط عرض ٢٣°٥٨' وجد أن متوسط درجات الحرارة نهائياً فى يناير ٢٣,٥° م وتقل ليلاً إلى ٨,١° م كما أن المتوسط يرتفع فى شهر يوليو إلى ٤١,١° م نهائياً وينخفض ليلاً إلى ٢٤,٨° م (للفترة ٦٠ - ١٩٧٥) كما فى جدول (٢٤) كما سجلت حالات انخفاضت فيها درجة الحرارة إلى ١,٦° م (عام ١٩٦٨) فى يناير وزادت إلى ٤٩,٣° م فى يونية عام ١٩٦١ مثل هذا الفارق قد يعمل على تمدد الصخر نهائياً وانكماشه ليلاً، ولما كان الصخر ردى التوصيل للحرارة فإن التأثيرات الحرارية تكون غير عميقة وتمتد بضعة سنتيمترات قليلة العمق (Bloom, 1979, P. 109) ولذا يحدث تشقق للسطح الصخرى العلوى الذى يتفكك بسبب هذا التمدد والانكماش، ويتكسر ويتحول إلى أجزاء صغيرة تدريجياً، ويعرف هذا النوع باسم التجوية بالعزل Insolation weathering.

جدول (٢٣) : اتجاهات محاور الكريستالات و اثر البنية في نشأتها شرتي منخفض ترشكي.

الاتجاه	شرقاً						غرباً					
	زاوية الاتجاه	٧٥	٦٠	٤٥	٣٠	١٥	صفر	١٥	٣٠	٤٥	٦٠	٧٥
عدد الكريستالات	٥	٤	٣	٧	٢	٣	١	-	١	١	٤	١٠
النسبة %	١٢,٨	١٠,٣	٧,٧	١٨	٧,٧	٧,٧	٢,٥٥	-	٢,٥٥	٢,٥٥	١٠,٣	٢٥,٥٥
أنواع ونظم البنية	نظام بحر تنفس	نظام الاكوارس السورية	نظام خليج العقبة	نظام شرق إفريقيا	نظام بحر تنفس	نظام شرق إفريقيا	نظام بحر تنفس	نظام شرق إفريقيا	نظام بحر تنفس	نظام شرق إفريقيا	نظام بحر تنفس	نظام بحر تنفس

* تم القياس من الصور الجوية ١ / ٥٠,٠٠٠ والورسة الميدانية.

جدول (٢٤) : زيادة متوسط درجات الحرارة في التربة بالعمق على المدى اليومي في محطة الخارجة (٦٤ - ١٩٧٥) على عمق ١٠ سم .

زمن القياس	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونية	يولية	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
درجة الحرارة الساعة ١٢	١٨,٢	٢٠,٩	٢٥,٩	٣١,٤	٣٦,٣	٣٨,٤	٣٨,٨	٣٨,٦	٣٥,٨	٣١,٧	٢٥,٣	٢٠,٨
درجة الحرارة ٦ مساءً	١٩,٢	٢٢,٢	٢٧	٣٢,٢	٣٦	٣٩,١	٣٩,٨	٣٩,٤	٣٦,٢	٣١,٨	٢٥,٥	٢٠,٤

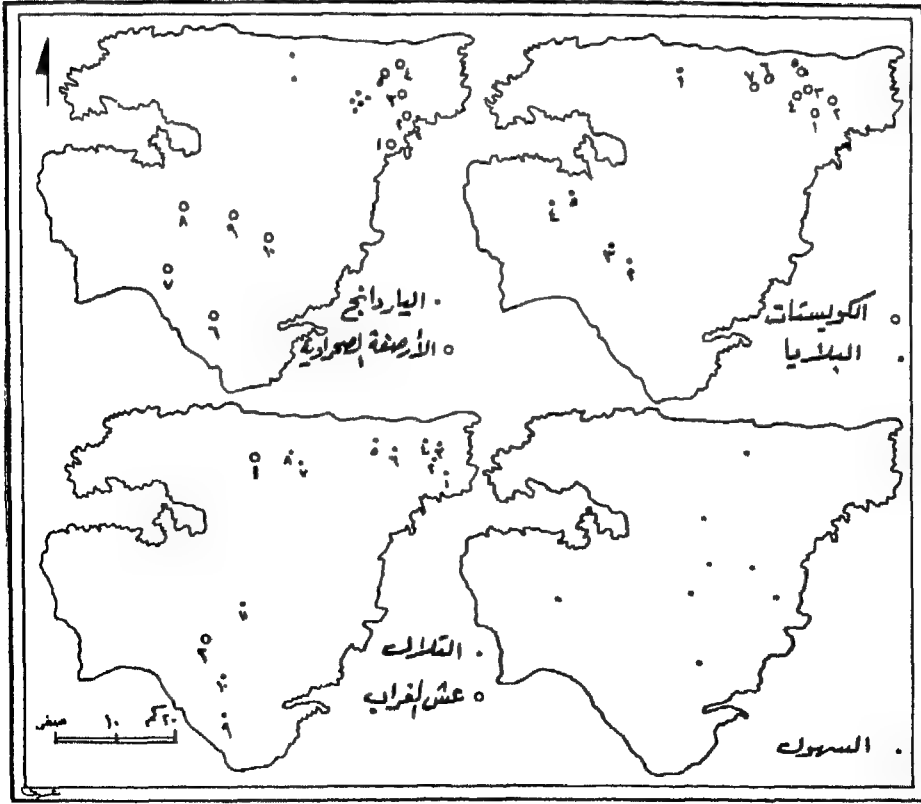
المصدر : Meteorological Authority, 1975

ويفسر سمول (Small, 1978, P. 304) عملية التجوية بأنها نتيجة التمدد حيث أن الضغوط الرأسية تكون قوية في نطاق سطحي ضحل بالصخر وأن معظم المعادن المكونة للصخر ضعيفة التوصيل للحرارة وبهذه الطريقة تنتج كسور موازية لسطح الصخر وبشكل شرائحي وغالباً ما تكون منحنية الأضلاع وتمثل تقشراً للصخر وتعرف بالتجوية البصلية Onion Weathering ويظهر هذا بوضوح على أسطح الكويستات كما في كويستا رقم ٣ على سبيل الذكر حيث أنها مرصعة بالجلاميد الذي ينتشر على السطح.

ويساعد انكشاف السطح وقلة الغطاء النباتي الطبيعي على استقبال المنطقة كمية أشعة شمسية كبيرة، فعلى سبيل الذكر تراوحت نسبة الإشعاع الشمسي خلال أشهر السنة في الفترة (٦٤ - ١٩٧٥) في محطة الخارجة بين ٨٢٪ و ٩٣٪ والتي تقع على خط عرض ٢٧° - ٢٥° شمالاً، خاصة إذا علمنا أن المنطقة تقع حول مدار السرطان.

ونتيجة زيادة درجات الحرارة بالعمق بسبب تخزين الحرارة، وسرعة فقدانها من السطح أسرع من العمق فإن هذا قد أدى إلى ارتفاع الحرارة في العمق نسبياً عن السطح وهذا يعمل على انكماش السطح واستمرارية تمدد الأجزاء الواقعة تحته مما يؤدي إلى تكسير الصخر نتيجة للقوة الناتجة عن زيادة الضغط الناتج عن زيادة حجم الصخر وحدوث التمدد أساساً، لذا ينكسر الصخر ويتفتت ويصبح عرضه للنحت والإزالة بفعل عوامل أخرى، وبالتالي تخفيض مستوى الكويستات. وبقياس سمك الطبقة المجاورة فوق أسطح الكويستات ميدانياً وجد أن متوسط هذا السمك يبلغ ٣٥ سم.

وتمثل عملية برى الحبيبات الخشنة على أسطح الكويستات العملية الجيومورفولوجية الثانية، حيث تتعرض هذه الأجزاء للنحت بفعل الرياح وبمساعدة حملتها من الرواسب الرملية التي تستخدمها كأدوات نحت أيضاً. فالكويستا رقم ٢ كما في شكل (٣٣) يبدو على سطحها سيادة التجوية الميكانيكية، كما أن الكويستا رقم ٣ يغطي سطحها جلاميد كبير الحجم وهذا يعكس تفكك الطبقة الصخرية السطحية، وينتشر على هذا السطح بعض الرمال التي أصطدمت بالجلاميد، ويبدو الجلاميد مصقولاً بفعل عمليات البرى بواسطة الرياح.



شكل (٣٣) : مواضع العينات والقياسات الميدانية للظواهرات الجيومورفولوجية الرئيسية شرقى منخفض توشكى.

وتعتبر التذرية العملية الميكانيكية الثالثة، حيث تعمل الرياح على إزالة المواد الناعمة وتركيز الحبيبات الخشنة على أسطح الكويستات. وهناك طريقة يمكن أن نطبقها للكشف عن عملية التذرية وهي الطريقة التي يقاس بها تجانس التربة والتي وضعها بارشاد Barshad عام ١٩٦٤ وهي مقدار نسبة الرمل الناعم مقسوماً على الرمل الخشن (أنظر Evans, 1978, P. 362). وبتطبيقها مكانياً على الرواسب أسطح الكويستات المختلفة وجد أن القيمة ترتفع نسبياً في بعض الكويستات وتقل نسبياً في البعض الآخر.

وتعتبر زيادة قيمة الرمل الناعم دلالة على قلة التذرية، حيث أن يسهل إزالة المواد الناعمة بسهولة، كما يعكس في المقابل أن الصخر قطع شوطاً كبيراً في العمليات الأخرى وازدادت الرواسب نعومة بالمنظور الميكانيكي. وقد أظهرت القيم أن قيمة المعامل للرمل الخشن مقسوماً على الرمل الناعم يتراوح بين ٠,٤ و ٠,٨٤ وهو يزيد في ثلاثة كويستات ويقل في الثلاثة الأخرى، ويشير كوك إلى أن غياب الطين أيضاً يدل على أن الرواسب الناعمة تفقد عادة بفعل عمليات النحت (Cooke, 1970, P 567).

أما النوع الثاني من أنواع التجوية فهو التجوية الكيميائية حيث يوجد نوعان أساسيان لها هما التمدد Hydration والإذابة Solution. فعملية التحلل التي تحدث للصخر ينتج عنها كميات من السليكا. ومن المعروف أن الأحجار الرملية تحتوي على نسبة عالية من حبيبات الرمل التي تلتحم بمواد لاحمة من السليكا والحديد والشوائب الأخرى (يوسف ١٩٨٧) لذا فإن عملية الإذابة تتم للمادة اللاحمة ويتخلف عن ذلك حبيبات الرمل.

ورغم أن المناطق الصحراوية تتميز بضالة الأمطار إلا أن القليل منها قد يسبب حدوث التجوية الكيميائية (المرجع السابق، ص ١٦٥) ومن المعروف أن كمية الأمطار السنوية في الخارجة لا تزيد عن ٠,٥ سم وفي أسوان ٠,٧ سم خلال الفترة (٦٠ - ١٩٧٥) ولكنها بتفاعلها مع الصخر ينتج مثل هذه العملية الجيومورفولوجية. ونظراً لوجود بعض الكويستات ذات الصخور الجيرية فإنها تكون أكثر تأثراً بعملية الإذابة والتحلل المائي من تلك التي يكون غطاؤها من صخور الحجر الرملي النوبي والتي تتركز أساساً في الشمال الشرقي والشرق. وفي أثناء الدراسة الميدانية لاحظ الباحث احتفاظ البلايا بجزء من الرطوبة مما يعنى تعرض المنطقة لبعض الأمطار بكميات أكبر في بعض السنوات وبالتالي تمارس العمليات الكيميائية عملها في تجوية أسطح الكويستات. كما أن وجود بعض النباتات الصحراوية على أسطح البلايا أو على أطرافها دلالة قاطعة على وجود الرطوبة من حين لآخر.

أما عملية النحت التي تتعرض لها أوجه الكويستات فهي تكون أكثر فعالية بالنسبة لهذه العملية، حيث يشتد الانحدار، وحيث توجد على طول محاور معظم

الكويستات الملامح البنائية التي تساعد على حدوث النحت والتقويض سواء كانت صدوع أو فواصل، بالإضافة إلى عدم التوافق الطبقي الذى يسهل حدوث عملية النحت وتراجع وجه الكويستا تجاه الشمال والشمال الغربى والذى يمثل إتجاه ميل الطبقات المكونة للكويستا.

رابعاً : أشكال النحت :

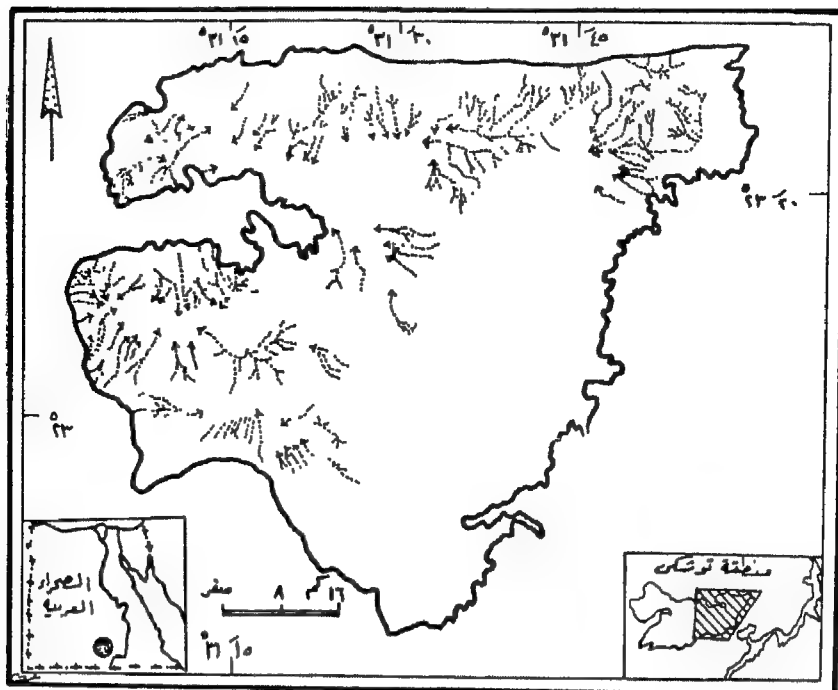
تشتمل منطقة شرقى منخفض توشكى على عدة أشكال ناتجة عن عوامل النحت وتضم كل من الأودية الجافة، والباردانج، والميسا، والأرصفة الصحراوية، والتلال، وعش الغراب، والسهول وأشباه السهول.

(١) الأودية :

توجد مجموعة من شبكات التصريف والتي تظهر بوضوح وسط وغرب وشمال المنطقة بينما تختفى الأودية تقريباً من الجزء الشرقى والجنوبى الشرقى. وقد تراوحت رتب الأودية طبقاً لتصنيف سترهلمر ما بين الأودية ذات الرتبة الواحدة والأودية من الرتبة الرابعة، وتمثل الأولى ٣٣,٧% من جملة عدد الأودية البالغ عددها ٩٨ وادياً، بينما تبلغ نسبة الثانية ٤%، أما شبكات التصريف التى تكون رتبة أوديتها الرئيسية من الرتبة الثانية والثالثة فتبلغ نسبتهما ٤٧%، ١٥,٣% من جملة الأودية على التوالي.

وقد بلغ معامل التشعب فى الأودية من الرتبة الثانية قيمة تتراوح من ٢ - ٩، ولكن بلغ متوسط هذا المعامل ٣,٣٧ أما أودية الرتبة الثالثة فقد وصل التشعب قيمة تتراوح بين ١,٥٣ وبين ٥,٢١ ووصل متوسط هذا المعامل ٣,٠٨ فى حين زادت قيمة المعامل فى الأودية ذات الدرجة الرابعة وتراوح القيمة بين ٣,٣٦ و ٥,١٨ وزاد المعدل العام لتشعب هذه الأودية فى المنطقة بشكل عام إلى ٤,١٩ وهى كلها قيم تعكس أن الأودية تمثل فى معظمها أشكالاً نحتية أكثر منها أودية صدعية تتبع خطوط الضعف البنىوى وإن كانت الأودية ذات النشأة الصدمية توجد فى الحافة الشمالية والمناطق الغربية.

ويمكن تمييز نمطين من أنماط التصريف بالمنطقة هما نمط التصريف المركزى ونمط التصريف الإشعاعى، ويسود النمط الأول على جوانب المنطقة خاصة فى الشمال والشمال الغربى والغرب والجنوب الغربى حيث تتجه الأودية من المنسوب الأعلى إلى المنسوب الأقل ارتفاعاً، أى نحو قلب المنطقة ولذا فهو يمثل نمطاً مركزياً كما فى شكل (٣٤) أما النمط الثانى فهو يسود على جوانب الحافات الجبلية والكتل الجبلية المعزولة والكبيرة فى أبعادها، حيث تتحدر الأودية من على جانبي هذه الكتل نحو المناطق المنخفضة والسهول المحيطة بهذه الحافات بشكل إشعاعى، ويسود هذا النمط فى الأجزاء الوسطى لمنطقة الدراسة.



رسمت من الخرائط مقياس ١/٢٥٠٠٠، مشروع الوادى الجديد ١٩٦٨

شكل (٣٤) : خطوط التصريف المائى فى منطقة شرقى منخفض توشكى.

أما عن أنماط الأودية نفسها فيمكن تمييز ثلاثة أنماط أساسية، النمط الأول منها هو النمط الخطى والذي يمثله الأودية التي لا تزيد رتبته عن الرتبة الأولى والتي سبق ذكرها بأنها تمثل ٣٣,٧٪ من جملة أعداد الأودية بهذه المنطقة وهى إما فى الجنوب أو الجنوبى الغربى. أما النمط الثانى فهو النمط الشجرى ويظهر فى الشمال الشرقى والشمال الغربى بالإضافة إلى وجوده بالجزء الأوسط مرتبطاً فى ذلك بنطاقات البهادا بشكل أساسى كما ترتبط معظم المراوح الفيضية الكبيرة المساحة بالمنطقة بنمط تصريف شجرى. أما النمط الثالث فهو النمط المتوازى ويتركز هذا النمط بالحافة الشمالية وهى حافة سن الكداب.

وقد لعبت الأودية دوراً رئيسياً فى تشكيل الظاهرات الجيومورفولوجية. فبالإضافة إلى كونها مظهراً من مظاهر النحت فإنها قامت بدور كعامل من عوامل الإرساب وتشكيل الظاهرات الإرسابية سواء المراوح الفيضية أو البلايا وسوف يأتى ذلك فيما بعد عند مناقشة عوامل نشأة كل منهما.

(٢) السهول وأشباه السهول :

(أ) توزيعها :

تمثل السهول فى المنطقة ظاهرة نحتية بالدرجة الأولى، حيث تم نحت وتخفيض أجزاء عديدة من المنطقة بحيث وصلت هذه الأجزاء إلى مرحلة شبه السهل، ثم أعقبتها عمليات إرساب حديثة سواء كان الإرساب فيضياً أو هوائياً بفعل الرياح، وهذا الإرساب يكسب السطح مميزات خاصة من حيث نسيج الرواسب.

وتتوزع السهول وأشباه السهول فى المنطقة فى كل الأجزاء الشرقية والوسطى والشمالية وبعض الأجزاء الشمالية الغربية والجنوبية الغربية، وهى من أكثر الظاهرات الجيومورفولوجية امتداداً ومساحة، حيث تبلغ جملة المساحة ٢٩٤٦,٦٧ كم^٢، ولذا فإنها تمثل ٧٤,٤٪ من جملة مساحة منطقة الدراسة كما فى جدول (٢١) ويجب أن نشير إلى وجود نوعين من السهول هما سهول النحت والتي تسود فى الشرق والوسط والجنوب، وسهول الإرساب ومنها سهول البهادا والتي ترتبط بالحافات وتقع أسفل البيدمنت وهذه توجد فى الشمال والغرب.

(ب) الخصائص المورفومترية للسهول :

يتراوح فارق منسوب المناطق السهلية عما جاورها من المناطق المرتفعة ما بين ٥ - ١٥ متراً ويبلغ المتوسط عشرة أمتار، وتصل قيمة الانحراف المعياري لعدد ١٣ حالة قياس ٤,٧ لذا فإن نسبة الاختلاف في مناسيب السهول تبلغ ٤٧٪ تقريباً والتي تعكس وجود مستويات مختلفة لهذه السهول ويكون مرجعه أساساً إلى نوعية هذه السهول والعوامل المؤثرة في نشأتها فيما بعد.

وتتراوح درجات انحدار السهول في منطقة الدراسة ما بين أقل من نصف الدرجة وبين ٥٢,١، ووصل متوسط انحدار ١٣ حالة ٥٠,٥٢ مما يعكس أن السهول في المنطقة غالباً مستوية في هيئتها أو خفيفة الانحدار.

أما أشباه السهول Pediplains فتتمثل مناطق أكثر انخفاضاً عما جاورها ولكنها لم تصل بعد إلى حد السهل بسبب وجود بعض التلال المتناثرة، أو الهضبة ذات الطبوغرافيا المموجة، والتي تعطى في النهاية ارتفاعات مميزة عن الوسط المحيط بها. ومن خلال تطبيق الخريطة الجيومورفولوجية التي عملت من صور جوية بمقياس ١ / ٥٠٠٠٠ مع الخرائط الطبوغرافية مقياس ١ / ٢٥٠٠٠ بعد تصغيرها ومطابقة المقاييس تبين أن ارتفاعات أشباه السهول تراوحت بين ٩ - ٣٢,٥ متراً عما جاورها من ظاهرات كما في شكل (٣٢) وجدول (٢٥) ووصل متوسط الارتفاع ٢٠,٥ متراً وبلغ الانحراف المعياري ٧,٩٨ لذلك فإن معامل الاختلاف وصل ٣٨,٩٪ لعشرة قياسات مما يدل على وجود اختلاف واضح بين مناطق أشباه السهول، ويرجع أساساً إلى اختلاف التطور النحتي لأجزاء المنطقة من جهة واختلاف أنواع الصخور من جهة أخرى، كما أن متوسط الانحدار بلغ ٠,٧ من الدرجة.

وبمطابقة مواقع أشباه السهول بالخريطة الجيولوجية وجد أن تكوين كركر وهي صخور جييرية الأصل تبدو أكثر ارتفاعاً بالنسبة لمنسوب أشباه السهول وأشد انحداراً، أما في تكوين قصيبة وهي صخور من الحجر الرملي فقد اختلف المنسوب وأصبح بين ٢٠ - ٢٢ متراً وقل الانحدار إلى ما بين ٥٠,٥٢ و ٥٠,٢٨ كما في جدول (٢٥) وهي صخور يتم تجويتها بدرجة أسرع في هذه البيئة الجافة، كما أن أشباه السهول المرتبطة بصخور النيس نجدها الأقل ارتفاعاً مقارنةً بالنوعين السابقين وإن كانت ترتفع قيمة درجة الانحدار نسبياً وتصل ٥٠,٦٥ كما في جدول (٢٤) وبهذا يترأى العامل الصخري في تطور أشباه السهول.

جدول (٢٥) : الخصائص الجيومورفولوجية لأشباه السهول بمنطقة شرقي منخفض
توشكى*.

الظاهرة	الصفة	الارتفاع بالمتر	الانحدار بالدرجة	الطول كم	متوسط الاتساع كم
أشباه السهول	المتوسط	٢٠,٥	٠,٧	٩,٣٢	٣,٣
	الانحراف المعياري	٧,٩٨	٠,٣٢	٦,٦	١,٤٣
	معامل الاختلاف	٣٨,٩	٤٥,٧	٧٠,٨	٤٣,٣
	عدد الحالات	١٠	١٠	١٠	١٠
	تكوين كركر (جبرى)	٣٢,٥	٠,٦٩	٢٤,٥	٣,١٣
أنواع الصخور	تكوين قصية	٢٠	٠,٢٨	٨,٥	٣,٧٥
	الحجر الرملي	٢١,١	٠,٥٢	٨,٢٣	٣,٦
	نيس	١٢,٣	٠,٦٥	٥,٥٧	٢,٢٦

* تم القياس من الخريطة الجيومورفولوجية وخرائط ١ / ٢٥٠٠٠، ومطابقتها مع الخريطة
الجولرجية ١ / ٥٠٠٠٠.

وتظهر أشباه السهول فى شكل مناطق ومساحات متناثرة، غالباً ما تحيط بها
نطاقات السهول أو مناطق التلال المتميزة، ولذلك فإن متوسط أطوال هذه المناطق
٩,٣٢ كم ويبلغ الانحراف المعياري ٦,٦ لذا فإن نسبة اختلاف أطوال مناطق أشباه
السهول المتباعدة تبلغ ٧٠,٨٪ وهى قيمة مرتفعة نسبياً وتعكس التفاوت الواضح بين
أطوال مناطق أشباه السهول فى حين يقل الاتساع إلى ثلث هذه القيمة تقريباً وتصل
نسبة الاختلاف إلى ٤٣,٣٪ وهذا يعكس التباين الواضح بين أبعاد أشباه السهول
الموزعة بالمنطقة وذلك بسبب تباين الصخور المكونة لها ما بين الصخور الجيرية
وصخور الحجر الرملى النوبى والصخور الأركية من نوع النيس المتحول.

ويتصف نسيج تربة السهول بالمنطقة بأنه رملى، حيث أن الأحجام السائدة
رملية بمختلف الدرجات على أسطح هذه السهول، ويتراوح متوسط أحجام الرواسب
السطحية التى تم جمعها ميدانياً ما بين ϕ ٠,٥٧ وبين ϕ ١,٩٨ أى ما بين الرمل
الخشن والرمل المتوسط، وهى رواسب رديئة التصنيف أو رديئة جداً فى صفة
التصنيف، كما فى جدول (٢٦) وشكل (٣٥) .

جدول (٢٦) : التحليل الحجمى لرواسب السهول شرقى منخفض توشكى.

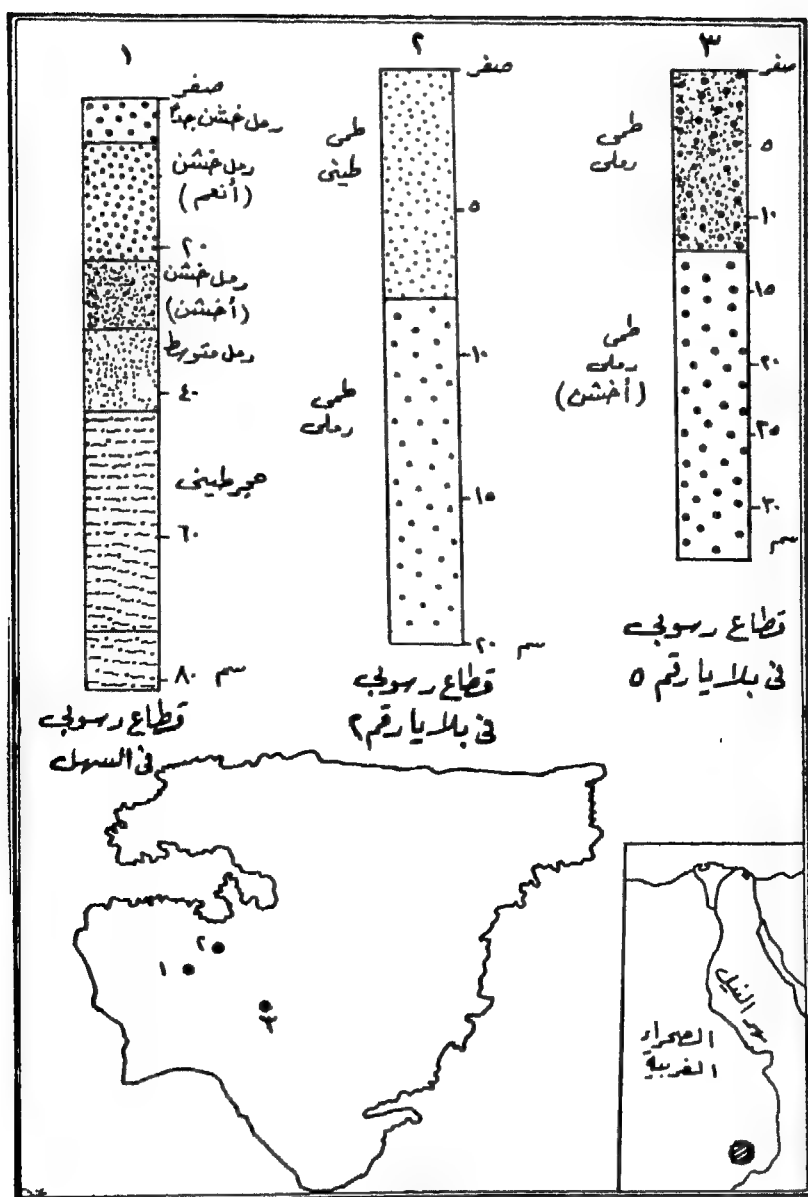
رقم العينة	وزن العينة بالجرام	متوسط الحجم ϕ	نوع الرواسب	معامل التصنيف	صفة التصنيف
١	٢٤٤	١,١٣	رمل متوسط	١,٩٩	ردئ
٢	٢٥٨	٠,٥٧	رمل خشن	٢,٠٥	ردئ جداً
٣	٢١٤	١,٥	رمل متوسط	١,٩٢	ردئ
٤	٢٣٩	٠,٨٨	رمل خشن	٢,٣٤	ردئ جداً
٥	٢٤٩	١,٨٢	رمل متوسط	١,٥	ردئ
٦	٩٢,٥	١,٩٨	رمل متوسط	١,٧٤	ردئ
٧	٩٧	١,٤٦	رمل متوسط	١,٤٦	ردئ

* جمع وتحليل الباحث بمعمل التربة بقسم الجغرافيا - جامعة القاهرة وتطبيق معادلات Folk & Ward, 1957

عوامل النشأة :

تتشترك عدة عوامل فى تكوين السهول وأشباه السهول بمنطقة الدراسة منها العامل الجيولوجى والعامل المناخى والعامل الفيزيى.

ويعتبر العامل الجيولوجى عاملاً مؤثراً بدرجة كبيرة فى نشأة السهول، حيث تتباين الأنواع الصخرية التى تغطى سطح المنطقة وتختلف بذلك فى درجة استجابتها لعوامل النحت السائدة. فهناك الصخور الطباشيرية فى المناطق الشمالية الشرقية والشمالية، ويتعاقب معها تكوين اسنا السفلى، هذه الصخور هى تكوين كركر ويتكون شبه السهل فى هذه المناطق (El-Shazley et al, 1977, P. 27) وهذا الموضع أكثر طولاً وضمن المناطق الأقل اتساعاً مما يدل على اتجاهها نحو التقصص من حيث الاتساع - بمعنى آخر نحت الجوانب وتخفيضها، ولما كان تكوين قصيبة من مكونات من الحجر الرملى والحجر السلتى الطينى فإنه يتم نحته بدرجة أسرع لذا فإن أشباه السهول المرتبطة بها تكون أقصر طولاً من السابقة (تكوين كركر) بينما تفوقها نسبياً فى الاتساع وقلة ارتفاعها مما يدل على استجابتها للنحت والتخفيض بمعدل أسرع مما جعلها أقل منسوباً.



من القياس الميداني والتحليل الميكانيكي للرواسب

شكل (٣٥) : الأعمدة الرسوبية للسهول والبلال في منطقة شرقي منخفض توشكي.

أما الصخور النيس فقد تكونت بها أشباه السهول ولكنها أقل فى أبعادها ويرجع هنا إما إلى قلة انتشارها نسبياً أو أنها تعرضت لتاريخ نحى طويل قبل أن تغطيها الصخور الرسوبية ثم انكشفت عنها الصخور الرسوبية بفعل عوامل النحت السائدة بالمنطقة.

ويعكس شكل (٣٢) وصول عمليات النحت فى شرائح طين إسنا إلى حد جعلها مناطق منخفضة، وسهلت هذه العملية وجود التكوينات الطينية مما أدى الوصول بها إلى مرحلة السهل، ثم تراكمت الرواسب الحديثة فوق هذه الصخور الطينية. أضف إلى ذلك أن إنكشاف هذه الطبقات الطينية فى بعض الحافات الجبلية فى الوسط والجنوب الغربى سهل عملية الوصول بهذه المناطق لمرحلة شبه السهل، كما أن تكوين كركر الذى تم نحته فى أجزاء كثيرة وسط المنطقة والذى يتركز فوق طين إسنا الذى سهل من عملية تكوين السهول تضم جزءاً من منخفض توشكى.

ويمثل المناخ العامل الثانى الذى أثر فى تكوين السهول وأشباه السهول، وحيث أنه قد أشار أبو العز (١٩٦٦، ص ٣٦٩ نقلاً عن بول وبيندل) إلى أن الرياح لعبت دوراً أساسياً فى حفر منخفضات الصحراء الغربية، ولأن بول يرى أن طبيعة الصخور وعدم التوافق بين طبقاتها يسهل عملية الحفر بواسطة الرياح لذا فإن عملية النحت بالرياح هى نفسها التى ساهمت فى عملية النحت والتخفيض والوصول بالأجزاء السطحية إلى مرحلة السهل أو شبه السهل، وساعد على ذلك جفاف المنطقة فى فترات عديدة، ووجود طبقات لينة يسهل على الرياح نحتها وإزالتها خاصة الصخور الطينية والحجر السلتى وغيرهما.

وقد لعب العامل الفيضى دوراً لا يقل أهمية عن دور العاملين السابقين، حيث أن المنطقة كثيراً ما تعرضت لفترات مطيرة عبر التاريخ الجيولوجى خاصة فى أمطار عصر البلايوسين وأمطار عصر البليستوسين والتى كونت شبكات أودية بالمنطقة وأستطاعت هذه الأودية أن تقوم بعمليات النحت والنقل والإرساب. وتتجه هذه الأودية نحو المواضع المنخفضة فى المنطقة وعملت على ردم المناطق المنخفضة ونحت المناطق المرتفعة وتقليل منسوبها وبذلك تكونت بعض السهول وأشباه السهول (Geofizika, 1966, P. 17).

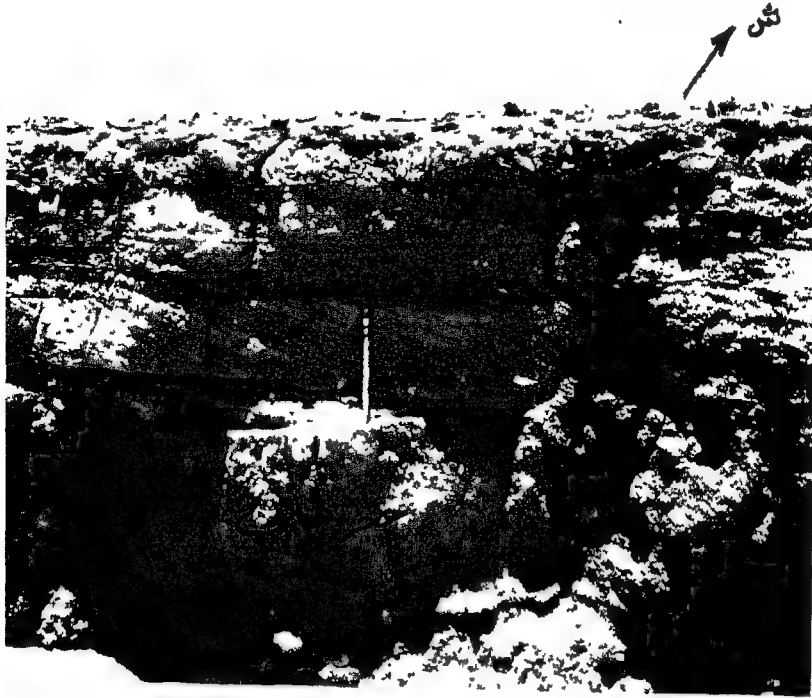
وتتميز أسطح أشباه السهول بالمنطقة بوجود أنظمة الصرف الداخلي، والتي تمارس عملها حتى الآن للوصول بسطح المنطقة إلى مرحلة السهل في النهاية وخير مثال على ذلك الحافات الوسطى والغربية الموزعة بالمنطقة. ففي شكل (٣٢ و ٢٩) على سبيل المثال نجد أن الأودية الصحراوية توجد في سهول البهادا الواسعة الامتداد والتي تصرف مياهها بعض تجاه الجنوب هو الحال في الحافة الشمالية وهي توجد بشكل متسع، كما تصرف بعض الأودية تجاه الشمال وذلك في الوسط الغربى بالمنطقة والتي تعكس وجود طبقات إرسابية رقيقة السمك، مفككة الرواسب، وتعكس أيضاً تكوين هذه للرواسب على مراحل إرسابية مختلفة، وتتميز رواسب كل مرحلة بنسيج مختلفة وأحجام مختلفة من الرواسب التي تراكمت فوق طبقة من الحجر الطيني الذي ينتمى إلى تكوينات إسنا السفلى.

ويبدو في القطاع الرسوبى وجود أربعة مراحل إرسابية أساسية الأولى منها هي الأقدم وهي الطبقة الرسوبية التي تتركز فوق تكوينات الحجر الطيني ونسيجها رمل متوسط الحجم، وتبلغ قيمة المتوسط ϕ ١,٧٦ ، وسمكها ١١ سم، ويرقد فوقها طبقة من الرمل الخشن والتي يبلغ متوسط حجم الحبيبات ϕ ٠,٦٢ وسمكها ١٠,٥ سم. وبالاتجاه إلى أعلى نجد طبقة رواسب من الرمل الخشن أيضاً ومتوسط حجم حبيباتها ϕ ٠,٥٥ وإن كانت رواسبها أميل إلى النعومة منها إلى الخشونة بمقارنتها برواسب الطبقة الواقعة أسفل منها، وسمك هذه الطبقة كبيراً نسبياً ويبلغ ١٦ سم، في حين نجد أن رواسب الطبقة السطحية نسيجها رمل خشن جداً ومتوسط حجم الحبيبات ϕ ٠,٣٨ ومرصعة ببعض من الحصى وسمكها ٥,٥ سم. وبشكل عام فإن إجمالي سمك الرواسب المنقولة والتي ترقد فوق طبقة طين إسنا يبلغ ٤٢ سم ويمساحات كبيرة وتعكس أثر عامل الارساب في تكوين المناطق السهلية وتشكيل نسيج رواسبها وهذه الرواسب رديئة في صفة تصنيف الحبيبات. كما في جدول (٢٧)، وصورة (٤).

جدول (٢٧) : التحليل الحجمى لرواسب القطاع الرسوبى فى سهول شرقى منخفض توشكى.

صفة التصنيف	معامل التصنيف	نوع الرواسب	متوسط الحجم ϕ	وزن العينة جم	سمك الطبقة من أعلى سم
ردئ	١,٩	رمل خشن جداً	٠,٣٨ -	١٨١,٢	٥,٥
ردئ	١,٤	رمل خشن	٠,٥٥	٢١٨,٤	١٦
ردئ	١,١٣	رمل خشن	٠,٦٢	٣٢٣,٨	١٣,٥
ردئ	١,٢٥	رمل متوسط	١,٧٦	٢٢٦	١٤,٥

* جمع وتحليل الباحث والترتيب من أعلى لأسفل



صورة (٤) : تتابع الطبقات الإرسابية فوق الحجر الطينى بأحدى السهول شرقى منخفض توشكى.

(٣) الأرصفة الصحراوية^(١) : Desert pavements

تنتشر ظاهرة الأرصفة الصحراوية بمناطق السهول وأشباه السهول بمنطقة الدراسة، وهى أكثر شيوعاً فى المناطق التى يتم تركيز الحبيبات الخشنة بها على السطح ويكون السطح خالياً من النبات الطبيعى، ويتركب السطح من شظايا حادة أو مستديرة وتكون عادة بسمك حجر واحد أو اثنين يرتكز فوق مواد أنعم مكونة من خليط من الرمل والملت والطين (Cooke & warren, 1973, pp. 120 - 121) . ومثل هذه الأرصفة إما غطاءات متخلفة عن التجوية أو وجدت فوق التكوينات الفيضية (Cooke, 1970, p. 560) وتتوزع الأرصفة فى منطقة الدراسة فوق أسطح السهول واشباه السهول من جهة وفوق أسطح المراوح الفيضية من جهة أخرى، الأولى تمثل أرصفة ناتجة عن النحت بينما الثانية تعتبر أرصفة ناتجة عن الارساب.

(١) الخصائص المورفومترية :

يتراوح طول الرصيف الصحراوى ما بين ٥٠ - ٢٠٠ متر، ويصل المتوسط ١٠٠,٦ متر بينما يبلغ متوسط الاتساع تقريباً نصف القيمة حيث يبلغ ٥٠,٤ متراً. وتختلف الأرصفة فى ارتفاعاتها، حيث يتراوح ارتفاعها بين ٧ سم وبين ١٧٥ سم، ويصل متوسط الارتفاع ٤٩,٣ سم والانحراف المعيارى ٥٢,٨ ولهذا فإن نسبة الاختلاف ١٠٧,١ ٪ وهى نسبة كبيرة وتعكس تفاوتاً كبيراً أيضاً فى عملية النحت والتخفيض لسطح الأرض والوصول به إلى الاستواء الكامل. وتتميز الأرصفة الصحراوية بأفقية السطح عادة، وإذا كانت منحدره فإن أقصى حد للميل يتراوح بين ٥٥-١٠ (حمدان، ١٣٩٦ هـ، ص ١١). وبالنظر إلى انحدارات الأرصفة الصحراوية بالمنطقة نجد أنها تتراوح بين ٥٠,٥ وبين ٥٤,٥ أى أنها تتراوح ما بين الاستواء والانحدار الخفيف طبقاً لتصنيف يانج للانحدارات (Young, 1972, p. 173) . ويصل المتوسط العام لانحداراتها ١٠,٩ أى أن الانحدار خفيف جداً. وتتباين فيما بينها فى الانحدار، حيث يصل الانحراف المعيارى ١,٢٥ ونسبة الاختلاف ٦٥,٨ ٪.

(١) الأرصفة الصحراوية هى مواد حصرية توجد بكثافة فى الصحارى وعلى السطوح المنخفضة مثل المراوح الفيضية والبيدست، حيث تتجمع الأحجار والحبيبات الخشنة على سطوح تميل فى حطتها ميلاً حقيقياً (Mabbutt, 1977, p 119)

جدول (٢٨) : الخصائص الجيومورفولوجية للأرصفة الصحراوية شرقى
منخفض توشكى.

سمك الطبقة لغاية سم	ارتفاع الرصيف سم	درجة الانحدار	سمك الطبقة المجواة سم	طول الرصيف بالمتر	إسراع الرصيف بالمتر	كثافة الحصى سم / ٢	
٣,١	٤٩,٣	١,٩	-	١٠٠,٦	٥٠,٤	٠,٠٩	المتوسط
٠,٨	٧	٠,٥	٣٣	٥٥,٣	١٧,٩	٠,٠٥٢	أقل قيمة
٦	١٧٥	٤,٥	١٠٠ +	١٧٠	٩٣,٥	٠,١٢٥	أكبر قيمة
١,٦٨	٥٢,٨	١,٢٥	-	-	-	-	الانحراف المعياري
١٠	١٠	١٠	٦	٤	٤	٧	عدد حالات القياس الميداني

* تم القياس من الدراسة الميدانية، أغسطس ١٩٩٧.

ويقياس سمك الطبقة الحصوية العليا ميدانياً والتي تغطي أسطح الأرصفة وجد أنها تتراوح بين ٠,٨ سم وبين ٦ سم، وتصل قيمة المتوسط ٣,١ سم والانحراف المعياري ١,٦٨ لذا فإن نسبة الاختلاف فى سمك طبقة الحص ٥٤,٢٪، هذا الاختلاف قد يكون مرجعه إلى كبر حجم الحبيبات نسبياً واختلافها فى الحجم من رصيف لآخر.

وبفحص الأرصفة الناتجة عن عمليات التجوية والنحت الموضعى فقط وجد أن سمك الطبقة التى حدث لها تجوية وتفككت رواسبها من الصخر الأصلى فى موضعها يتراوح بين ٦ سم وقد يزيد ليصل إلى أكثر من ١٠٠ سم ويؤثر فى ذلك اختلاف نوع الصخر فى استجابة لعمليات التجوية وتفتت، ما بين الحجر الجيرى بمختلف أنواعه والحجر الرملى.

وتتسم رواسب الأرصفة الصحراوية بالمنطقة بسيادة النسيج الرملى، حيث تتراوح متوسط حجم رواسب العينات التى تم تحليلها ميكانيكياً (وأخذت حتى عمق ١٥ سم) بين ϕ ٠,٧٦ وبين ϕ ٢,٩٥ أى ما بين الرمل الخشن والرمل الناعم. مثل

هذا التباين في نسيج رواسب الارصفة يمكن أن نرجعه إلى اختلاف العمليات الجيومورفولوجية التي تمارس عملها بالأرصفة وتعمل إما على تفكك الصخور وزيادة نعومة رواسب الرصيف أو تعمل على تذرية الرواسب الناعمة تاركة للرواسب الآخشن مرصعة لسطح الرصيف. وبصفة عامة فإن المعدل الحجمي لرواسب الأرصفة يبلغ ϕ ١,٦٧ أى أن نسيجها رملي متوسط كما في جدول (٢٩). كما أنها رواسب تنقسم بأنها رديئة أو رديئة جداً في صفة التصنيف، ويرجع ذلك إلى عمليات التذرية التي تخل بالترتيب الحجمي في رواسب الرصيف الواحد.

جدول (٢٩) : نتائج تحليل رواسب الأرصفة الصحراوية شرقى منخفض توشكى (حتى ١٥ سم).

رقم الرصيف	وزن العينة بالجرام	متوسط الحجم ϕ	نوع الرواسب	معامل التصنيف	صفة التصنيف
١	٤٦٧,٨	١,٧٦	رمل متوسط	١,٦٧	ردي
٢	٢١٢	١,٣٩	رمل متوسط	٢,٠٧	ردي جداً
٥	٣٥٤	١,٣٦	رمل متوسط	١,٩٩	ردي
٦	١٣٨	٠,٧٦	رمل خشن	٢,٢٣	ردي جداً
٧	٤٧٦	٢,٤٥	رمل خشن	١,٣	ردي
٨	٢٩٩	٢,٠٥	رمل ناعم	١,٦٦	ردي
٩	٢٤٢	٢,٩٥	رمل ناعم	١,٥١	ردي
١٠	٤٩٢	٠,٦٤	رمل خشن	٢,٠٧	ردي جداً

*مجموع وتحليل الباحث وتطبيق معاملات فولك وورد. Folk & ward, 1957

وبتحليل قلوية الرواسب الموجودة تحت الأرصفة في العشر سنتيمترات العليا وجد أن قيم معامل القلوية pH تتراوح بين ٧,٧-٨ أى أن القلوية معتدلة. كما أن الملوحة الكلية لاتزيد عن ٦٥,٨ جزء في المليون، وهى ملوحة منخفضة بشكل واضح، كما أن لون التربة أصفر مائل للاحمرار ويرجع هذا إلى عمليات هدم المعادن وزيادة أكاسيد الحديد. (يوسف، ١٩٨٧، ص ٢١٨). ويشير كوك ووارين (Cooke & Warren, 1973, p. 86) نقلاً عن ماكلين (Meckelein, 1957) إلى أن احمرار رواسب التربة يرتبط بالصحارى بمناخات أكثر رطوبة في الماضي حيث أشار إلى ذلك.

ويعطى يوسف (١٩٨٧ ص ١١٥) تفسيراً لهذه القيم بأن عملية ترسيب وتراكم كربونات الكالسيوم بالأعماق هي من عمليات تكوين التربة بالأراضي الجافة وشبه الجافة، وبزيادة ذوبان كربونات الكالسيوم في فترات حدوث المطر تذوب كربونات الكالسيوم ويساعد على ذلك مقدار القلوية، فزيادة القلوية يقل الذوبان ومن هنا فإن معدلات ذوبان كربونات الكالسيوم بالمنطقة قليل نسبياً نتيجة زيادة القلوية ووصولها إلى ٠,٨ كما أن درجة القلوية بهذه الرواسب ضعيفة، ونتيجة لقلّة الذوبان نسبياً تقل الملوحة الكلية.

أما عن خصائص الحصى الذي يغطي أسطح الأرصفة الصحراوية فلها عدة جوانب منها الحجم والنوع والشكل والتقلطح فمن حيث أحجام الحصى نجد أن قيم متوسط أحجام الحبيبات تتراوح بين ١,١٥ سم وبين ١,٨٤ سم، أي بين الحصى المتوسط الحجم وبين الحصى الخشن، وقد وصل المعدل العام لحجم حبيبات الحصى بالمنطقة ١,٥٣ سم مما يعكس أن الحصى متوسط بشكل عام كما في جدول (٣٠).

جدول (٣٠) : الخصائص الحجمية والشكلية لحصى الأرصفة الصحراوية شرقي منخفض توشكى.

رقم الرصيف	عدد الحبيبات المقاسة	متوسط حجم الحبيبات سم	معامل الشكل	معامل التقلطح	نوع الحصى
١	١٣٢	١,٨٤	١,٢٧	٢,٨	خشن
٤	٣١	١,٢٤	٢,٧٢	٧,٣١	متوسط
٦	٨٧	١,٧٤	١,٠٢	٣,٩	خشن
٧	٥٣	١,٧٦	٠,٧٩	٢,٤	خشن
٨	٨٧	١,٣	٠,٧٨	٢,٥	متوسط
٩	٥٧	١,١٥	٠,٨٤	٢,٤	متوسط
١٠	٤٦	١,٧	٠,٧١	٢,٧	خشن
المعدل العام	٤٩٣	١,٥٣	١,١٦	٣,٤٣	متوسط

* جمع وقياس الباحث وتطبيق معادلات الشكل وتملطح الحبيبات

وبتطبيق معامل الشكل Shape Factor الذى طبقه (Barreett, 1980, P. 249) وذكره

$$F = \frac{L \times S}{I} = \text{أشينبرنير (Aschenbrenner, 1956) وهو}$$

حيث أن L = طول الحبيبة

S = ارتفاع الحبيبة

I = عرض الحبيبة

وحيث أن ناتج المعادلة يمتد من صفر إلى ما لا نهاية أى أنها قيمة أكبر من الصفر بشكل عام فإنه بتطبيقها على رواسب الأرصفة الصحراوية بالمنطقة وجد أن قيمة المعامل يتراوح متوسطها بين ٠,٧١ كما فى جدول (٣٠) كأقل قيمة وبين ٢,٧٢ كأكبر قيمة، ويصل المعدل إلى ١,١٦ وتنعكس هذه القيم أنها صغيرة نسبياً وقد يكون هذا راجعاً إلى صغر حجم حبيبات الحصى وهو من النوع المتوسط بشكل عام.

وقد طبق الباحث المعادلة المستخدمة فى قياس تفلطح الرواسب Flatness والتي ذكرها (Barrett, 1980, P. 249) (نقلاً عن ونتورث Wentworth عام ١٩٢٢) وهى :

$$\frac{\text{طول الحبيبة} + \text{عرض الحبيبة}}{2 \times \text{ارتفاع الحبيبة}} = \text{التفلطح}$$

وتتراوح قيم المعامل بين ١ و ما لا نهاية وقد جاءت قيم متوسط معامل تفلطح الرواسب بالمنطقة بين ٢,٤ وبين ٧,٣١ ويصل المعدل العام ٣,٤٣ ويعكس أن عملية نحت الحبيبات عن طريق البرى متوسطة نسبياً، ويرجع ذلك بسبب ضعف تأثير عامل الرياح نسبياً فى نحت الحبيبات وصقلها.

وقد وصلت كثافة الحصى ^(١) على السطح قيم ما بين ٠,٠٥٢ حبيبة / سم^٢ وبين ٠,١٢٥ حبيبة / سم^٢ وبمعدل ٠,٠٩ حبيبة / سم^٢ ، وتبدو الكثافة منخفضة نسبياً مقارنة بالدراسات السابقة لهذه الخاصية. فقد ذكر كوك أن كثافة الحصى على السطح بلغت ٠,١١ - ١,٢ حبيبة / سم^٢ فى كاليفورنيا (Cooke, 1970, P. 566) ووصلت فى منطقة الحمادة بهضبة نجد بالمملكة العربية السعودية ٠,٧١ - ١,٥٦ حبيبة / سم^٢ (التركمانى، ١٩٩٦، ص ٥٨) وقد يرجع ذلك إلى شدة تجوية ونحت الحبيبات حيث وصلت بها عمليات النحت إلى حجم الحصى المتوسط الحجم وبالتالي قلة أعدادها فى النهاية فتقل الكثافة.

(ب) العمليات الجيومورفولوجية بالأرصفة الصحراوية :

تتضمن دراسة العمليات الجيومورفولوجية بالأرصفة جانبين الأول : يخص الرصيف الصحراوى بشكل عام والثانى يخص الحصى الذى يغطى أسطح الأرصفة. ويمكن التعرف على عدة عمليات جيومورفولوجية منها التذرية، والغسل، وهجرة الرواسب الحصوية لأعلى، وعمليات التجوية الكيميائية للرواسب أسفل الرصيف من جهة ولحصى الرصيف نفسه من جهة أخرى والتي تكسبها مظهر ورنيش الصحراء. وتعتبر عملية التذرية أولى العمليات المؤثرة فى تشكيل الأرصفة الصحراوية ويذكر كوك (Cooke, 1970, P. 561) أن بلاك Black من أوائل الذين أشاروا لعملية التذرية فى نشأة الأرصفة الحجرية منذ قرن من الزمان من خلال استكشافاته فى صحارى كاليفورنيا، حيث يؤدى حدوثها إلى نقل الرواسب الناعمة وإزالتها من على السطح تاركة رسوبيات خشنة متخلقة على السطح، وذكر كوك بأن الرمل الناعم يتم إزالته من بين حبيبات الحصى قرب السطح فيصبح الحصى غزير.

ويمكن تطبيق أحد المقاييس الكمية لتقييم عملية التذرية بمنطقة الدراسة والذى طبق فى ظاهرة الكويستات وهى نسبة الرمل الخشن إلى الرمل الناعم. وبقسمة النسبة الأولى على النسبة الثانية فى ٨ عينات وجد أن قيمة المعامل وصلت ٠,٢٨ كأقل قيمة و١,٨٨ كأكبر قيمة، أى أن هناك مناطق التذرية بها واضحة وهى التى تزيد بها القيمة عن الواحد الصحيح وتوجد فى عينتين فقط، أى أن ٢٥٪ من مناطق الأرصفة تظهر بها عملية التذرية بوضوح كما فى جدول (٣١) أما باقى العينات فالمعامل أقل من الواحد الصحيح ولذا فإن عملية التذرية بها بطيئة.

(١) تم حسابها ميدانياً من حساب عدد الحصى فى مساحة ٣٠ × ٣٠ سم فى متصب الرصيف

جدول (٣١) : التقييم الكمي لعمليات التذرية بالأرصفة الصحراوية فى شرقى
منخفض توشكى.

رقم الرصيف	١	٢	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	المعدل العام
بسة الرمل الحشن إلى الناعم	١,٨٨	٠,٣٢	٠,٤٥	٠,٥	٠,٢٨	١,٠٣	٠,٣١	٠,٣٢	٠,٦٤

* عمل الجدول من نتائج التحليل الميكانيكى للرواسب، والقيم الاصلية عارة عن نسب مئوية.

ويمكن تفسير ذلك من خلال سرعات الرياح فى كل محطتى أسوان والخارجة، حيث أن متوسط سرعة الرياح اليومية فى محطتى الخارجة ٩ عقدة / الساعة (للفترة ٦٤ - ١٩٧٥) وفى أسوان ٨,٥ عقدة / الساعة للفترة (٦٣ - ١٩٧٥) أى أن الرياح بشكل عام هى من نوع النسيم الهادئ، والمعدل العام للسرعة أقل من النسيم المعتدل الذى يثير الأتربة (أبو العينين، ١٩٨١، ص ١٦٢) مما يجعل عملية التذرية للرواسب الناعمة ضعيفة، خاصة وأن الرواسب الناعمة يحيط بها رواسب أخشن والتي ترقد فوقها أيضاً.

وكان من نتائج ضعف سرعة الرياح فى الفترات الحديثة نسبياً، أن قل تأثيرها أيضاً فى عملية برى الحبيبات الحصوية كما سبق الذكر والتي تمثل العملية الثانية التى تحدث برواسب الأرصفة الصحراوية.

أما العملية الثالثة بعد التذرية والبرى فهى عملية الغسل، حيث يتم تركيز الحبيبات بفعل النحت الجدىلى Wash Erosion ويتم السحق عن طريق التدفق المائى، والذى يبدو أنه أكثر تأثيراً من نحت الرياح لحبيبات التربة الناعمة على الأرصفة الصحراوية المنحدرة (Mabbutt, 1977, P. 124) ويظهر هذا بوضوح فى النطاق الذى تتوزع به مجارى الأودية الضحلة فى المنطقة، وعلى أسطح المراوح الفيضية فى الأجزاء الشمالية على وجه الخصوص، كما يبدو أثر هذه العملية فى الجنوب والجنوب الغربى وفى الجزء الأوسط حيث يساعد الانحدار الخفيف على نشاط عملية النحت الجدىلى وتركيز الحبيبات ونقل الرواسب الناعمة إلى المنخفضات ومواضع البلايا.

وهناك عملية رابعة تساهم في تشكيل سطح الرصيف الصحراوي وهي هجرة الحصى إلى أعلى، حيث يتحرك الجبس والطين بالتربة إلى أعلى في أثناء فترة البلل لهذه المكونات في فترات سقوط المطر (Mabbutt, 1977, P. 125) وفي أثناء ذلك يحدث صعود الحبيبات لأعلى بسبب تمدد الجبس والطين والرواسب الناعمة عن طريق الانتفاخ والانبعاث لأعلى ثم يحدث انكماش لمكونات الطين بعد ذلك في فترة الجفاف (Dales & Pewe, 1979, P. 84) ويتكرر هذه الدورة تظل حبيبات الحصى على السطح ويهبط الطين في فترة الجفاف إلى مستوى أدنى منها.

ويعتبر ورنيش الصحراء Desert Varnish أحد نتائج عمليات التجوية الكيميائية التي تحدث لسطح الحصى الذي يغطي الأرضة الصحراوية ويمثل ورنيش الصحراء مظهراً يميل إلى اللون الأسود ويظهر على أسطح الصخور، وهو نتيجة لوجود غشاء معدني رقيق، وأول من أطلق عليه هذا الاسم هو ميريل Merrill عام ١٨٩٨، ويصل سمك الأغشية المعدنية الرقيقة ٠,٥ - ٧ سم، بينما سمك الورنيش أحياناً يصل ما بين ٠,٥ - ٣ مم (Cooke & Warren, 1973, P. 87).

وبفحص عينتان في رصيفي ٧، ٨ وجد أن سمك طبقة الورنيش الصحراوي ١,٧ و ١,٨ ملليمتر فيهما على التوالي، ويذكر مابوت (Mabbutt, 1977, P. 129) أن سمك القشرة التي يحدث لها هذا النوع من التجوية يصل إلى ٣ مم بسبب الغنى في أكاسيد الحديد والمنجنيز ويظهر موقعها شكل (٣٣).

وبإجراء عملية التحليل المعدني لورنيش الصحراء وجد هوك وآخرون أنه تحدث في معظم الحالات زيادة محتوى أكاسيد الحديد وأكاسيد المنجنيز في الصخر والاتجاه نحو تكوين ورنيش الصحراء بالاتجاه لسطح الحبيبة، بينما يقل المحتوى من ثاني أكسيد السليكون (السليكا) والألمينا وأكاسيد البوتاسيوم حيث يقل المحتوى في السليكا ويهبط بحدّة بينما تزيد كل من أكاسيد الحديد والمنجنيز بشدّة ملحوظة، كما أن أكاسيد المنجنيز نفسها تزيد بشدّة واضحة تجاه السطح عبر ورنيش الصحراء عن الزيادة التي تحدث في أكاسيد الحديد نفسه (Cooke & Warren, 1973, P. 89).

ويظهر التحليل المعدنى فى جدول (٣٢) أن نسبة المعادن التى تحتوى على السليكا والألومينا وأكاسيد البوتاسيوم تقل بشكل عام فى المركب المعدنى على أسطح الحبيبات (الحصى) مقارنة بالقلب، حيث تقل نسبة الكوارتز فى رصيف رقم ٧ (وهو مركب أكسيد السليكون أساساً) من ٣٤,٨% فى القلب إلى ١٢,٣% على السطح أى أنه يقل إلى ثلث قيمته تقريباً، كما يقل من ٥١,٥% فى القلب إلى ٢٧,٩% على السطح فى الرواسب الخشنة لرصيف رقم ٨ ونجد أيضاً أن معدن الإليت والذى يتركب من سليكات بوتاسيوم والومنيوم تقل نسبته من ٢,٣% فى قلب الحبيبة إلى ٢,٢% على سطح الحبيبة فى رصيف رقم ٧، كما تقل النسبة أيضاً من ٥,٤% فى القلب إلى ١,٦% على سطح الحبيبة فى رصيف رقم ٨.

أما عن تركيز عنصر الحديد على أسطح الحبيبات فنجد أن معدن الجيوسيت والذى يتركب من أكاسيد الحديد فيختفى من قلب الحبيبة فى رصيف رقم ٧ وتصل نسبته إلى ١,١% من المركب المعدنى لسطح الحبيبة، وإن كان يختفى من عينة رصيف رقم ٨.

وعن عمليات التجوية الكيميائية لبعض المعادن الأخرى فنجد أن معدن الألبيت يعتبر من المعادن المقاومة لعمليات التجوية بدرجة كبيرة (حسن، ومصطفى، ١٩٦٩، ص ٨٤) ولذلك زادت نسبته فى المركب المعدنى فى رصيف ٧ من ٢% فى القلب إلى ٢,٢% على السطح نظراً لمقاومته للتجوية فتريد نسبته.

وتعتبر ظروف الجفاف وقلة الأمطار من العوامل التى ساعدت على حدوث بعض التغيرات لمعادن الرواسب الخشنة المكونة للأرصعة الصحراوية، ولذلك يشير حسن، ومصطفى (١٩٦٩) إلى أن المناطق التى يكون الترسيب فيها قليل لا تكفى المياه لغسل الألومينا والسليكا وبعض القلويات مما يجعلها تتفاعل مع بعضها وتتحد وتكون معادن المونتموريللت - إليت M. I. (المرجع السابق ص ٩٩) لهذا نجد أن نسبة هذا المعدن تختفى فى القلب فى راسب رصيف ٨ بينما تمثل نسبة كبيرة بين معادن سطح الحبيبة لتصل إلى ٢٣,٦% من الحجم الكلى للمعادن مما يمثل نتاجاً آخر من نواتج التجوية الكيميائية للرواسب السطحية للأرصعة الصحراوية. كما يحدث أيضاً عمليات تأدرت Hydration لمعدن المونتموريللت وهو مازال فى جسم الصخر حيث ينتفخ ويحدث ضغطاً كبيراً يصل إلى ١٠ طن / للقدم المربعة (المصدر السابق، ص ١١٦) مما يؤدى إلى تفكك الصخر وحدوث التجوية.

وبصرف النظر عن الطريقة التي يتحول بها المعدن إلى معدن آخر فإن معدن الليثيوم يتكون عن معدن البيريت (المرجع السابق ص ١١٨) والمعروف أن معدن الليثيوم هو أحد مركبات الحديد، وبالنظر لجدول (٣٢) يتضح أن نسبة معدن البيريت تزيد من ٢,٦% في القلب إلى ١٢,٧% على سطح الحبيبة في رصيف رقم ٧، كما يزيد تركيزها بنسبة ٣,٩% على السطح في رصيف رقم ٨ مما يعطينا مؤشراً للزيادة المحتملة في تركيز معدن الهيماتيت (أو عنصر الحديد) على أسطح الرواسب الخشنة للأرصفة الصحراوية بمنطقة الدراسة.

جدول (٣٢) : اختلاف نسبة التركيب المعدني بفعل التجوية الكيميائية لظاهرتي عش الغراب وورنيش الصحراء في شرقي منخفض توشكى.

	ظاهرة عش الغراب		رصيف رقم ٧		رصيف رقم ٨	
	على عمق ٤م	سطح الصخر	قلب الحبيبة	سطح الحبيبة	قلب الحبيبة	سطح الحبيبة
ميثا هولوسيت	-	٥	٢,٣	٤,٥	١٨,٦	٤,٧
جبسيت	٦,٤	٧,٣	٦,٦	-	-	-
باريت	٥,٢	٨,٩	٢,٦	١٢,٧	-	٣,٩
كوارتز	٣٧,٧	٣٤,٨	١٢,٣	٣٠,٨	٥١,٥	٢٧,٩
كالسيت	١٥,٧	٢٩,٨	٤,٣	٢,٢	١,٥	٢,٣
ماغنسيوم	٧,٨	١,٦	١,٧	١,٩	٣,٣	٧
ماجنييت	٤	٨,٧	٢,٣	١,٥	١,٥	-
جيسيت	١,٥	٤,٦	-	١,١	٣,٣	-
أنكريد الكبريت	١,٧	٢,٩	٥,٣	١,٩	٢	٠,٩
المونتموريليت - كلوريت	٢,٣	-	-	-	-	٣,٩
المونتموريليت - إليت	٩,٣	-	-	-	-	٢٣,٦
أناتيز	٢	-	١١	٣,٤	٤	١١,٨
اليمنديت	١,٢	-	٦	٤,١	١,٥	٢,٦
إليت	٥,٢	-	٢,٣	٢,٢	٥,٤	١,٦
ماجنييت	-	-	٢,٦	-	٢,٥	١,٣
تلك	-	-	-	-	٤,٤	٧,٢
أراجونيت	-	-	٤٠,٧	٣١,٥	٢	١,٣
ألبيت	-	-	٢	٢,٢	-	-
الإجمالي	٪١٠٠	٪١٠٠	٪١٠٠	٪١٠٠	٪١٠٠	٪١٠٠

* تم التحليل للمعدني في قسم التعدين والبتول، معمل التحاليل بالأشعة السينية، كلية الهندسة، جامعة القاهرة والنسب من حساب الباحث للمساحات تحت المبنى لكل معدن.

(٤) الميسا ^(١) :

ترتبط ظاهرة الميسا بعمليات نحت وتراجع الحافات الصخرية، ويعتبر العامل الجيولوجى والعامل الفيزيى عاملان أساسيان فى تكوينها. فأفقية الطبقات الصخرية عاملاً مؤثراً فى ظهور هذا الملح الجيومورفولوجى بشكل أفقى مسطح. كما أن صلابة الصخر لا تؤثر فقط على عمليات النحت الميكانيكى وإنما تساعد أيضاً فى أن تقرر الشكل، وطبيعة الانحدار لبعض الأشكال الجيومورفولوجية والتي تكونت فى الصخور الأساسية التى تشكل سفوح الجبال (Small, 1978, P. 115) ومنها ظاهرة الميسا، والتي تكون إما مرتبطة بأفقية الطبقات المكونة لهضبة سن الكداب، أو عمليات تقطع الحافات الجبلية فى الجزء الأوسط والغربى بالمنطقة.

ويظهر تأثير العامل الفيزيى بوضوح فى الحافة الشمالية بالمنطقة والتي تقطعها مجموعة من الأودية الصدعية بمحور شمالى جنوبى، وتعمل هذه الأودية على توسيع مجاريها بالنحت الجانبي، ونتيجة لذلك تخلفت عن عملية النحت أجزاء صغيرة وعديدة هى عبارة عن ظاهرة الميسا بالإضافة إلى ارتباطها بعمليات النحت الفيزيى على وجه الخصوص فى الحافات الوسطى والغربية بمنطقة الدراسة كما فى شكل (٣٣) وهنا يبدو تأثير كل من العاملين الجيولوجى والفيزيى فى نشأة وتشكيل ظاهرة الميسا.

ويبلغ متوسط طول الميسا - والذى تم قياسه كأطول محور - يتعامد على الحافة المجاورة ٧٥٦,٨ متراً، ويبلغ معامل الاختلاف ٨٧٪ والذى يعكس تبايناً واضحاً فى أطوال الميسا، ويبلغ العرض تقريباً نصف متوسط الطول، حيث بلغ ٣٩٩,٦ متراً، كما وصل معامل الاختلاف ٨٩٪ والذى يعكس أيضاً وجود تبايناً سواء فى أطوال أو أمتاعات الميسا بالمنطقة والذى يرجع إلى تباينها فى أنواع الصخور كما سيأتى فيما بعد.

(١) هى عبارة عن هضبة صغيرة مسطحة وجوانبها شديدة الإعدار، أمقية الطبقات (الترى، ١٩٦٣ ص ٥١٠)

وتختلف الميسا فيما بينها فى الارتفاع عن الأرض المحيطة بها، حيث يتراوح الارتفاع بين ٤ أمتار و ١٠٠ متر، وقد وصل متوسط الارتفاع ٢٦ متراً، والانحراف المعيارى ٢٦,٦٣ لذا فإن معامل الاختلاف يبلغ ١٠٢,٤٪ وهو إختلاف كبير يظهر تفاوتاً نحتياً للميسا نتيجة لإختلاف نوع الصخر من جهة والمرحلة التطورية التى وصلت إليها الميسا من جهة أخرى من حيث النحت والتخفيض كما فى جدول (٣٣).

جدول (٣٣) : الخصائص المورفومترية للميسا شرقى منخفض توشكى.

البعد عن الحافة كم	المساحة كم ^٢	انحدار الجوانب بالدرجة	الارتفاع بالمتر	العرض بالمتر	الطول بالمتر	الخاصية
٤٥٩,٦	٠,٣١٨	١٠,٨	٢٦	٣٩٩,٦	٧٥٦,٨	المتوسط
-	٠,٤٥٢	٦,٥٥	٢٦,٦٣	٠,٣٥٦	٠,٦٥٨	الانحراف المعيارى
-	٪١٤٢,١	٪٦٠,٦	٪١٠٢,٤	٪٨٩	٪٨٧	معامل الاختلاف
٢٣	٤٤	٢٣	٢٣	٤٤	٤٤	عدد القياسات

* تم القياس من الصور الجوية ١ / ٥٠٠٠٠ ، مشروع الوادى الجديد، ومطابقتها بالحرائط ١ / ٢٥٠٠٠ بعد تصغيرها لنفس المقياس.

وقد تراوحت درجة انحدار جوانب الميسا من ٢,٣° إلى ٢٦,٥° أى أن انحدار جوانبها يتراوح بين الانحدار الخفيف والانحدار الشديد، ومتوسط درجات انحدارها يبلغ ٦,٥° أى أنها تتصف بالأنحدار المتوسط بشكل عام، وتفاوتت فى درجات انحدارها فيما بينها حيث يبلغ معامل الاختلاف ٦٠,٦٪ وهذا يرجع إلى تباين النحت الجانبي لسفوح الميسا من واحدة لأخرى ويؤدى تراكم الرواسب عند قواعد سفوحها نتيجة استمرار عمليات النحت والتراجع والتخفيض للسطح إلى تغير الانحدار وبالتالي يقل الانحدار تدريجياً.

وبقياس مساحات الميسا وجد أن متوسط المساحة يبلغ ٣١٨,٢ كم^٢، والانحراف المعيارى يبلغ ٤٥٢. ولذا فإن معامل الاختلاف للمساحة يبلغ ١٤٢,١٪ وهى نسبة كبيرة تعكس تبايناً شديداً فيما بينها فى خاصية المساحة، وهذا يرجع إلى المرحلة الجيومورفولوجية التطورية التى وصلت إليها الميسا. فالميسا التى قطعت شوطاً كبيراً فى عمليات النحت والتقويض تكون صغيرة المساحة وقصيرة فى أبعادها وجوانبها أقل انحداراً، وتكون أكثر بعداً عن الحافة التى انفصلت عنها وأقل ارتفاعاً- وهذه

تكون فى مرحلة النضوج والتى تتلاشى بعد ذلك إذا دخلت فى مرحلة الشيخوخة وتتحول إلى سهول صخرية أو أرض صحرائية أو تضم لسهول البهادا أو تتحول إلى أية ظاهرة صحرائية أخرى، بينما الميسا الأكثر ارتفاعاً واتساعاً والأكبر مساحة تكون جوانبها أشد انحداراً وتكون مازالت فى مرحلة الشباب وتكون أقرب للحافة. وبالقياص وجد أن متوسط المسافة التى تبعد بها الميسا عن الحافة فى منطقة الدراسة قد بلغ ٤٥٩,٦ متراً وتتراوح ما بين ١٢٥ متراً كأقل مسافة وبين ٢٠٠ متر كأكبر مسافة تبعد بها الميسا عن الحافة.

ويؤثر العامل الجيولوجى فى الخصائص المورفومترية للميسا كما فى جدول (٣٤) حيث يزداد الاتساع نسبياً فى الميسا المكونة من الحجر الرملى وتكون أقل ارتفاعاً وأشد انحداراً ولأكبر مساحة والتى تبدو أنها ولا شك فى مرحلة الشباب أكثر منها فى مرحلة النضوج بالنسبة لعملية التطور النحتى، وبمعنى آخر أنها فى المرحلة الأولى لعملية النحت أكثر منها فى المرحلة المتقدمة لعملية النحت والازالة وقد يرجع ذلك إلى أن نحت الصخور من قممها وتخفيضها يفوق تراجع سفوحها خاصة وأنها تميزت بوجود حجر طينى سلتى يسهل نحته وتخفيض منسوبها ولذلك تتميز هنا بزيادة المساحة، وشدة انحدار الجوانب التى قد تصل فى قيمتها إلى ضعف نظيرتها تقريباً فى حالة الميسا المكونة من الحجر الجيرى والدولوميت والتى ترجع لمكون كركر وجارا.

جدول (٣٤) : أثر العامل الصخرى فى تشكيل ونحت الميسا شرقى منخفض توشكى.

الخصائص	تكوين قصبية (حجر رملى وحجر سلتى طينى)	تكوين كركر (حجر جيرى ودولوميتى)	تكوين جارا (حجر جيرى)
متوسط الاتساع	٠,٧٢٥	٠,٤٤٨	٠,٤٦٤
متوسط الارتفاع	٢٢,٨	٢٤,٦٨	٢٨,٣
متوسط درجة الانحدار	١٧,٣	٧,٨	٩,٨
متوسط المساحة كم ^٢	٠,٥٣	٠,٣٩٥	٠,٣١
العدد	٦	٨	٩

* أعد الجدول من مطابقة مواضع الميسا وحصائصها بالحريطة الجيولوجية ١ / ٥٠٠٠٠٠

(٥) التلال المعزولة (١) :

تنتشر التلال المعزولة بمنطقة الدراسة خاصة في مناطق السهول وأشباه السهول والتي تمثل البقية الباقية من دورة النحت الصحراوية في هذه المناطق التي عملت على الوصول بالسطح إلى مرحلة الشيخوخة وتسوية السطح تماماً وتكوين السهل الصحراوي.

وتختلف التلال فيما بينها من الناحية الجيولوجية، حيث توجد تلال في الشمال الشرقي للمنطقة مكونة من الحجر الرملي وقد تم تجويتها وأصبحت تلالاً مخروطية، وقليل منها لها قمم مسطحة (El-Shazley et al., 1977, p.50) والبعض الآخر من التلال قد تكون به طبقات طباشيرية كما هو الحال في منطقة جبل برق السحاب (Ibid., p. 29) في شمال شرق المنطقة .

وتتسم التلال في المنطقة بأن متوسط طولها يبلغ ٠,٣١١ كم وعرضها يمثل ٥٢٪ من مقدار الطول حيث يبلغ ١٦٣ متراً في المتوسط، ويتراوح أقل عرض للتلال ٨ أمتار وأكبر عرض لها ٥٦٣ متراً. أما الارتفاع فيصل المتوسط إلى ١١ متراً تقريباً وأن كان يتفاوت الارتفاع ما بين ١,١٥ متر كأقل قيمة وتم قياسها ميدانياً وهو تل في مرحلة الشيخوخة وبين ٣٧,٥ متراً. ووجد أن أكثر من نصفها يقل طوله عن ٢٥٠ متراً، وحوالي نصفها أقل من ١٢٥ متراً في الاتساع، كما أن ٦٦٪ منها تقريباً تقل مساحة كل منها عن ٠,٠٥ كم^٢.

وتصل أقل قيمة لدرجة انحدار جوانب التلال ٥٢,٥ وهو تل ثم قياساً ميدانياً وفي مرحلة الشيخوخة، وأكبر قيمة لها تبلغ ٥٥٠,٥، أي أن الانحدار يتراوح ما بين الانحدار الخفيف والانحدار الشديد للغاية، ولما كانت قيمة متوسط درجة الانحدار تبلغ ١٦,١° لذا فإنه يمكن القول بأن التلال الموجودة في المنطقة تتسم بالانحدار فوق المتوسط حسب فئات تصنيف يانج (Young, 1973) للانحدارات.

هذا ونجد أن معظم التلال بالمنطقة صغيرة المساحة حيث يبلغ متوسط مساحتها ٠,٠٤٨ كم^٢، وأقل قيمة للمساحة تبلغ ٠,٠٣٨ كم^٢ وأكبر قيمة لها تبلغ ٠,٣٣٨ كم^٢ كما في جدول (٣٥).

(١) تم دراستها ميدانياً بأحد عية عشوائية تمثل ٥٪ من حملة عددها والتي وصلت إلى ٦ تلال من بين ١٠٩ تل.

جدول (٣٥) : الخصائص المورفومترية للتلال المعزولة شرقي منخفض توشكى.

الخاصية	الطول كم	العرض كم	الارتفاع متر	درجة الانحدار	المساحة كم ^٢
المتوسط	٠,٣١١	٠,١٦٣	١١,٠٥	١٦,١	٠,٠٤٨
أقل قيمة	٠,٠١٢	٠,٠٠٨	١,١٥	٢,٥	٠,٠٣٨
أكبر قيمة	١,٢	٠,٥٦٣	٣٧,٥	٥٠,٥	٠,٣٣٨
عدد القياسات الميدانية	٦	٦	٦	٦	-
عدد القياسات من الخريطة الجيومورفولوجية	١٠٣	١٠٣	٢٣	٢٣	٩٠
المجموع	١٠٩	١٠٩	٢٩	٢٩	٩٠

* تم عمل الجدول من القياسات الميدانية ومن الخريطة الجيومورفولوجية ١/٥٠٠٠٠ والمخرائط الكنتورية ١/٢٥٠٠٠ بعد توحيد المقاييس.

(٦) الiardانج Yardang :

هى حافات ذو هيئة انسيابية نحتت بفعل الرياح، وأول من وصفها وأطلق عليها هذا المفهوم هو هدين Hedin عام ١٩٠٣ فى إقليم التركستان- فى الصين، وهى مظهر شائع يتم نحته فى الصخور اللينة أو متوسط التماسك والتي ترجع إلى عصرى البليستوسين والهولوسين وإن كانت توجد أيضاً فى صخور الحجر الرملى (Ward & Greeley, 1984, P. 829)، ولها وجوه مستديرة ترتفع لأعلى، ومسقطها يشير إلى وجود امتداد لها فى منصرف الرياح (Cooke & Warren, 1973, PP. 249 - 250) وتكون هيئتها الانسيابية موازية للإتجاه العام للرياح السائدة (Twidale & Wopfiner, 1981, P. 356).

وتتوزع ظاهرة الiardانج بمنطقة الدراسة فى الأجزاء الشمالية فى مناطق أشباه السهول والسهول وبشكل يمتد من الشرق إلى الغرب، وبمحاور شمالية شرقية - جنوبية غربية وتتوزع بشكل فردى فى معظم الحالات كما فى شكل (٣٣ و ٣٤).

(أ) الخصائص المورفومترية للياردانج :

يمكن التعرف على الخصائص المورفومترية للياردانج بمنطقة الدراسة من خلال دراسة أبعادها وإنحداراتها كما فى جدول (٣٦) فمن حيث طول الياردانج والذي يمثل محوراً لامتداد الياردانج نجده يتراوح فيما بين ٢,٥ متر كأقل قيمة وبين ٦,٥٣ متر كأكبر قيمة، ويصل متوسط الأطوال ٤,٣ متر وهى فى هذا لا تختلف عن الدراسات السابقة والتي تشير إلى أن الطول يمتد من أمتار قليلة إلى كيلومتر واحد (Cooke & Warren, 1973, P. 250) كما أن الياردانج فى بحيرة روجرز فى كاليفورنيا بلغ أقصى طول لها ٥٠ متراً (Ward & Greeley, 1984, P. 830) .

هذا وتتفاوت أطوال الياردانج فى منطقة الدراسة فيما بينها، حيث وصلت قيمة الانحراف المعيارى للطول ١,٦ ولذا فإن نسبة الاختلاف ٣٧,٢٪ والتي تعكس وجود تبايناً واضحاً بين أطوال الياردانج.

أما اتساع الياردانج فإنه يتراوح بين ٢,١٨ متر كأقل قيمة، وبين ٤,٦٢ متر كأكبر قيمة، ويصل متوسط العرض ٢,٩٣ متر، وتبلغ قيمة الانحراف المعيارى ٠,٨٤ لذا فإن معامل الاختلاف يبلغ ٦٦,٦٪ والذي يعكس التباين الكبير نسبياً بين عرض الياردانج وإن كان الاتساع صغيراً نسبياً بالمقارنة بالدراسات الأخرى. فاللياردانج فى بحيرة روجرز فى كاليفورنيا يبلغ أقصى عرض بها ١٠ أمتار (Ibid, P. 830) وترجع قلة اتساع الياردنج بمنطقة الدراسة إلى حدوث عمليات نحت هذا الشكل الجيومورفولوجى عند الجوانب Flanks مما يقلل من عرض أو اتساع الجسم بشكل فعال (Ibid, P. 832).

وتتسم الياردانج بالمنطقة بقلة الارتفاع وهى سمة مميزة وواضحة بين الياردانج حيث أن أدنى ارتفاع يقل عن المتر الواحد (٠,٩٨ م) وأكبر ارتفاع لها يبلغ ١,٧٢ متر، وهى قيمة لا تزيد عن ثلث ارتفاعاتها فى مناطق أخرى مثلما الحال فى بحيرة روجرز بـ كاليفورنيا حيث يصل أقصى ارتفاع للياردنج بها ٥ أمتار (Ibid , P. 830) وهذا يدل على شدة نحت ظاهرة الياردنج بالمنطقة وأنها اقتربت من مرحلة الشيخوخة أو التقويس النهائى وبعضها وصل إلى مرحلة النضج أو المرحلة

الوسطى لنحت الظاهرة حيث يقل الارتفاع والاتساع والطول بشكل عام لهذه الظاهرة بالمنطقة، ويشير كوك ووارين (Cooke & Warren, 1973, P. 250) إلى أن ارتفاع اليردائج يختلف ويتراوح بين المتر والمترين حتى يصل إلى ٢٠٠ متر.

جدول (٣٦) : الخصائص المورفومترية للياردائج شرقى منخفض توشكى.

مسلسل	الطول بالمتر	العرض بالمتر	الارتفاع بالمتر	أبعاد الجزء السفلى المنحوت في اتجاه الرياح بالمتر			درجة انحدار الظهر	زاوية الاتجاه العام
				طول	عرض	ارتفاع		
١	٥,٧٥	٣,١	٠,٦٨	١,٣٣	١,٢٨	٠,١٥	٧	٧٥ ق
٢	٦,٥٣	٣,٥٧	١,٧٢	١,٦٢	١,٣١	٠,٥٦	١٤,٥	٩٧ غ
٣	٢,٩٥	٢,٢٣	٠,٩٧	٠,٥٨	١,٣٧	٠,٣٦	٠,٥	٧٦ غ
٤	٦,١٥	٤,٦٢	٢,٢٢	١,٧٥	٢,٩	١,٥	٣١	٥٥ غ
٥	٢,٩	٢,١٨	١,٠٥	٠,٦٢	١,٥٨	٠,٥٣	٦,٥	٨٦ غ
٦	٣,٣٢	٢,٥٥	٠,٩٨	٠,٣٦	١,٨٥	٠,٤٢	٧	٧٦ غ
٧	٢,٥	٢,٢٦	١,٢٣	١,٤٢	٠,٥٨	٠,٧٨	١٢	٧٨ غ
المتوسط	٤,٣	٢,٩٣	١,٢٦	١,١	١,٥٥	٠,٦١	١١,٢	—
الانحراف المعياري	١,٦	٠,٨٤	٠,٤٩	٠,٥٢	٠,٦٥	٠,٤	٩	—

المصدر : من الدراسة الميدانية، أغسطس ١٩٩٧.

ويصل متوسط الارتفاع ١,٢٦ متر، والانحراف المعياري ٠,٤٩ لذا فإن معامل الاختلاف يبلغ ٣٨,٩٪ والذي يعكس وجود تبايناً قليلاً نسبياً فى ارتفاعاتها. وفى محاولة للربط بين الشكل والعملية الجيومورفولوجية لظاهرة اليردائج نجد أن وورد وجريلى (Ward & Greeley, 1984, P. 836) ذكروا بأنه إذا كان معامل شكل اليردائج (العرض ÷ الطول) أكبر من ١ : ٤ فإن هذا يدل على أن تأثير الهيئة الانسيابية السائدة سوف يقلل من اتساع الشكل بسبب عملية النحت، وإذا كان أقل من ١ : ٤ فإن فعالية التأثير السائد للهيئة الانسيابية سوف تقلل من طول الشكل، والأخير قد ينطبق على منطقة الدراسة، حيث يقل طول اليردائج فيزيد بذلك العرض مقارنة بالطول ويقل بذلك معامل الشكل.

وقد توصل بكير Baker ١٩٧٨ إلى أن معامل عرض الiardانج إلى طولها في منطقة سكابلاند Scabland يصل إلى قيمة تتراوح من ١ : ١ حتى ٨ : ١ ، وتوصل مايلز Mills ١٩٨٠ إلى أن القيمة تتراوح من ١ : ١,١٨ حتى ١ : ١٢ (Ibid , P. 834) وبالمقارنة نجد أن المعامل في منطقة الدراسة يصل ما بين ٠,٥٤ و ٠,٩ أي بنسبة ١ : ١,٨٥ و ١ : ١,١ والتي إذا قورنت بالقيم السابقة نجد أنها مرتفعة نسبياً، وإذا قورنت بقيم المعامل في منطقة بحيرة روجرز والتي تبلغ حوالى ١ : ٤ (Ibid, P. 830) نجد أن القيم في شرقى منخفض توشكى مرتفعة نسبياً نظراً للاتساع النسبى للiardانج مقارنة بالطول وذلك لأن معظمها صخور حجر رملى تقل عملية نحت جوانبها.

ويتميز سطح الiardانج بشدة انحداره في اتجاه منصرف الرياح والذي يمثل ظهر الiardانج فيما يشبه ظهر الكتيب الرملى، حيث تراوحت درجة الانحدار بين نصف الدرجة وبين ٥٣١° ، أى بين شبه الاستواء وبين الانحدار الشديد جداً، ولما كان متوسط درجات الانحدار للiardانج يبلغ ١١,٢° والذي يعكس اعتدال الانحدار بشكل عام فإنه يمثل انحداراً فوق المتوسط ويبلغ الانحراف المعيارى ٩ لذا فإن معامل الاختلاف ٨٠,٤% وهو اختلاف كبير والذي يرجع إما إلى تباين عمليات البرى لأسطح الiardانج المختلفة محلياً أو إلى تباين الأنواع الصخرية المكونة للiardانج وفي هذا يشير مابوت إلى أن الiardانج التى تكونت في مناطق صخرية تشابه في شكلها تماماً تلك التى تكونت في رواسب لينة ومن أصل بحيرى عن طريق النحت - رغم صغر الأخيرة (Mabbutt, 1977, P. 150) أى أن الiardانج التى تتحت في صخور لينة تكون قصيرة الأبعاد، وبالتالي يسهل تسوية سطحها أو جعله أقرب للأستواء مما يقلل من انحداره، ومن هنا يختلف إنحدارها عن انحدار الiardانج التى تشكلت في المناطق الصخرية الصلبة، حيث أنه تشكل بعضها في مناطق الصخور الرملية النوية والأخرى في الصخور الطينية بمنطقة شرقى منخفض توشكى.

(ب) عوامل النشأة :

تتشترك مجموعة من العوامل مع بعضها فى نشأة ظاهرة الiardانج بمنطقة شرقى منخفض توشكى منها العامل الصخرى وعامل البنية الجيولوجية، وعامل الرياح. فبالنسبة للعامل الصخرى نجد أن الiardانج تكونت فى الصخور الرسوبية، ويشير وورد إلى أنه نادراً ما يتم تشكيلها فى الصخور البلورية المفككة (Ward, 1979, P. 8147).

وترتبط الiardانج فى المنطقة بتكوين قصيبة الصخرى الذى يرجع للعصر الكريتاسى الأعلى والذى يتكون أساساً من الحجر السلتى الطينى والحجر الرملى ذو الحبيبات الناعمة والذى تتعاقب معه تكوينات الطين (Conoco, 1987) كما أنه قد يتم نحت الiardانج فى رواسب لينة تمثل رواسب قديمة كما فى إقليم بروكو Broku فى تشاد (Cooke & Warren, 1973, P. 250) وهذا يبدو مثلاً أيضاً فى المنطقة حيث يوجد حالتان من ظاهرة الiardانج تم تشكيلهما فى البلايا الشمالية الواقعة أسفل حافة سن الكداب قرب بئر نينجل الجنوبى، وهذه ليست حالة شاذة كما فى صورة (٥).

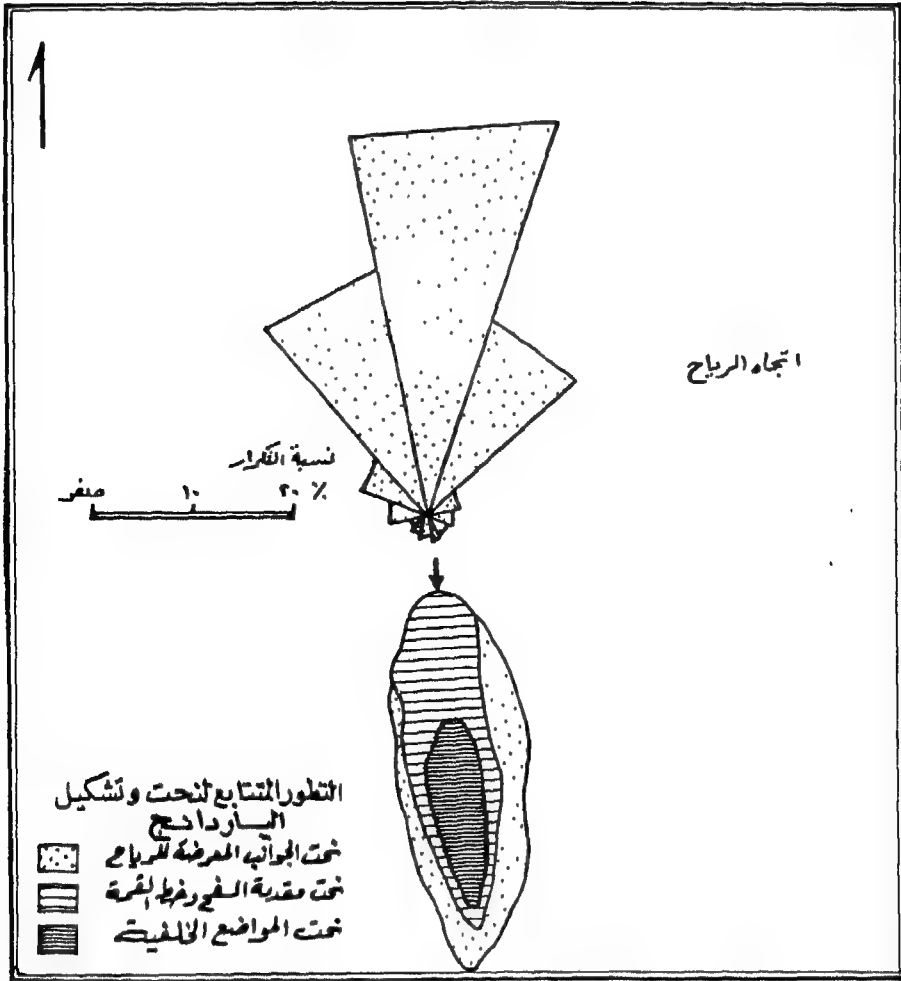
ومن حيث عامل البنية الجيولوجية فإنه يمكن للiardانج أن تكون مرتبطة باتجاهات بنائية متقاطعة. وتوجد هذه الأشكال البنائية فى وحدة جيولوجية أو أكثر خاصة الفواصل Joints التى قد تساعد على التجوية الميكانيكية (Ward, 1979, P. 8153). ومن خلال مطابقة محاور اتجاهات الiardانج التى تكونت فى صخور الحجر الرملى فى مكون قصيبة الصخرى مع نظم البنية السائدة فى منطقة الدراسة وجد أن محاورها تتراوح بين ٥٥° غرباً وبين ٩٧° غرباً كما فى شكل (٣٦)، وأن معظمها تتطابق فى اتجاهاتها مع بنية نظام بحر تشس، حيث أن ٨٥% من حالات الiardانج يقع محورها بين ٥٧٦ - ٩٧° غرباً، كما فى جدول (٣٦) أما الاتجاهات الأخرى فهى ترجع إلى الصدوع والفواصل المحلية التى حدثت بمنطقة الدراسة.

ولا يقل العامل الثالث وهو عامل الرياح أهمية فى نشأة الiardانج عن العاملين السابقين، فالرياح هى العامل المشكل لمورفولوجية الiardانج، وقد أشار وورد وجريلى (Ward & Greeley, 1984, P. 836) إلى أن شدة الرياح تكراراً واتجهاً تعتبر

من العوامل الهامة التى تحكم الاختلافات المورفولوجية للياردانج. فالرياح تحت
ظهر الياردانج وبعد أن تعبر قمة الياردانج سرعان ما يحدث لها نوع من
الاضطراب يجعلها تأخذ اتجاهات تمثل تدفقاً يودى إلى عمليات تقويض فى الطرف
السفلى للياردانج، ولذلك غالباً مايشار إلى الياردانج بأنها من الظاهرات الناتجة عن
ديناميكيات الهواء (Ibid, P. 831) ويطلق على هذا التدفق الرجعى للهواء Back Flow
اسم التدفق السلبي (Ward, 1979, P. 8158) ، ولذلك فإن الجزء الواقع فى إتجاه الرياح
يكون سطوحاً شديدة الانحدار ويكون منحوتاً من أسفل، وقمة الياردانج تكون أشبه
بشراع السفينة.



صورة (٥) : إحدى ظاهرات الياردانج تكونت فى صخور طينية (بلايا طينية رقم
١) جنوب حافة سن الكداب.



التطور النحتي للباردانج عن: Ward & Geeley (1984)

شكل (٣٦) : التطور النحتي للباردانج وعلاقتها بهبوب الرياح في محطة
أسوان (٦٠ - ١٩٧٥).

ويلاحظ أن ظاهرة الiardانج بالمنطقة تبتعد نسبياً عن حافة سن الكدab ولذلك تؤثر فيها الرياح بشكل واضح، خاصة الرياح الغربية والشمالية الغربية. فقد وجد أن متوسط نصيب اتجاهات الرياح فيما بين ٢٥٥ - ٢٨٥ يبلغ ٩,١% من إجمالي تكرار اتجاه الرياح فى محطة الخارجة للفترة (٦٦ - ١٩٧٥) تقريباً وهى نسبة كافية لحدوث عمليات نحت وتشكيل وتقويض الظاهرات الجيومورفولوجية بالمنطقة كما أنها تطابق الiardانج كما فى شكل (٣٦) وجدول (٣٥).

وتمر الiardانج بمراحل طورية يتحكم فيها عامل الرياح أساساً. وقد أظهر وورد وجريلى (Ward & Greeley, 1984, PP. 832 - 833) هذه المراحل وذكرأ بأنه تحدث تغيرات متتابعة مثل نحت الرياح للجوانب، ثم نحت السفوح المواجهة للرياح، ثم نحت الجوانب الواقعة فى اتجاه الرياح والجوانب أيضاً عن طريق التدفق المتراجع للرياح، ثم تعرض الجزء العلوى الواقع فى منصرف الرياح للنحت، بمعنى آخر نحت السفح الخلفى للiardانج والواقع فى منصرف الرياح عن طريق التدفق العكسى للرياح والذي يمثل ظهر الiardانج.

(ج) العمليات الجيومورفولوجية :

تتضافر عمليتان أساسيتان معاً فى تشكيل ظاهرة الiardانج بمنطقة الدراسة هما: التذرية والبرى. فعملية البرى Abrasion والتي يعرفها البعض بأنها التآكل بالاحتكاك - تنتج عن خطوط التدفق الأولى على جسم الiardانج (Ward & Greeley, 1984, P. 839) وتستمر فى تشكيل المظهر، ونتيجة تكرار عملية البرى المكثف على سطح الiardانج يصبح سطحها أملساً وخالياً من الأخاديد فى الجهة التى تهب منها الرياح (Ibid, P. 830) ويؤدى هذا إلى إزالة أية رواسب من على أسطحها ويصبح سطحها أملساً أو صخرياً خالياً من الرواسب، وينعكس هذا على الiardانج التى تشكلت فى صخور الحجر الرملى النوبى وتلك التى تشكلت فى رواسب الطبقات بمنطقة البلايا الشمالية قرب بئر دنيجل على حد سواء. وبذلك تكون عملية التذرية Deflation مستمرة ومتضافرة مع العملية السابقة فى تشكيل مظهر الiardانج حيث تحمل الرياح نتائج عملية البرى وتنقله بعيداً عن جسم الiardانج.

وتبدأ ظاهرة الiardانج فى التشكيل بعملية برى الرياح عادة فى المناطق غير المنتظمة فى طبوغرافيتها كما هو الحال فى المناطق المقطعة بمجارى الأودية أو الكسور التى تتعرض لها الطبقات الصخرية وتكون موازية للرياح السائدة فى الإقليم، وتساعد عملية البرى على النحت السفلى وتوسيع نطاق الطبوغرافيا المنخفضة وتحولها إلى منخفضات كبيرة تاركة أجزاء مرتفعة فيما بينها، والتى يتم تجويتها ميكانيكياً وكيميائياً وتتشكل بها فى النهاية ظاهرة الiardانج (Ward, 1979, P.). (8147).

وهناك عملية ثالثة يمكن أن تضاف هنا إلى مجموعة العمليات وهى عملية التقويض السفلى للجزء الأمامى الواقع فى إتجاه الرياح لظاهرة الiardانج. وفى محاولة لمعرفة درجة النحت السفلى أو التقويض فى إتجاه الرياح استخدم الباحث معياراً تم قياسه فى الميدان وهو ارتفاع الجزء المنحوت فى مقدمة الiardانج قياساً من مستوى سطح الأرض منسوباً إلى ارتفاع الiardانج والذى تراوحت نسبته فيما بين ٢٢٪ و ٦٧,٥٪ أى أن صفة التقويض هى ما بين التقويض المتوسط والتقويض المرتفع نسبياً، كما وصل متوسط النسبة العامة إلى ٤٥,٥٪ والذى يعكس ارتفاع النسبة بشكل عام وهذا يعكس شدة تأثير الرياح فى عمليات التقويض السفلى فى الجانب المواجه للرياح كما فى جدول (٣٦).

أما طول الجزء السفلى المنحوت والواقع فى إتجاه الرياح إلى الطول الإجمالى للiardانج الواحدة فيتراوح ما بين ١٠,٨٪ وبين ٥٦,٨٪ من طول الiardانج، ويصل المتوسط ٢٦,٧٪ والذى يعكس شدة التقويض السفلى للiardانج فى الجزء الواقع فى إتجاه الرياح بفعل التراجع الخلفى للرياح وحدوث الدومات الهوائية فى هذا الجزء المنحوت. كما ان عرض هذا الجزء المنحوت أيضاً يتراوح نسبته بين ٢٥,٧٪ وبين ٧٢,٥٪ قياساً على أقصى اتساع لكل ياردانج على حدة، ويصل متوسط اتساع الجزء المنحوت إلى ٥٣,٢٪ من اتساع الiardانج لجملة الحالات السبع التى تم قياسها ميدانياً وهذا يؤكد أن الجزء المنحوت يشغل حيزاً كبيراً نسبياً ويعكسه زيادة طول وعرض وارتفاع الجزء المنحوت بالنسبة للطول والعرض والارتفاع الكلى للiardانج.

(٧) عش الغراب Mushroom^(١) :

(أ) الخصائص المورفومترية :

بالرغم من صغر حجم هذه الظاهرة الجيومورفولوجية إلا أن لها انتشار واضح في منطقة الدراسة، حيث أمكن التعرف على حقلين كبيرين تسود بهما الظاهرة، وتم قياس بعض خصائصها من أهمها الارتفاع والاتساع.

وقد أشار البعض إلى أن ارتفاع هذه الظاهرة يتراوح بين أقل من المترين إلى نحو ٥٠ متراً (التونى، ١٩٦٣، ص ٢٩١) وبالقياص وجد أن أقل ارتفاع لها فى الحقل الأول بمنطقة الدراسة ٠,٢٣ م وأكبر ارتفاع يبلغ ٠,٩٨ م، بينما فى الحقل الثانى بلغ أقل ارتفاع ٠,٤٨ م فى حين لم يبلغ أكبر ارتفاع لها بهذا الحقل سوى ٠,٧٥ م ، كما فى جدول (٣٧) ويوجد تقارب فى متوسط الارتفاع حيث بلغ ٠,٥ م و ٠,٦ م فى الحقلين على التوالى، بينما بلغ المتوسط العام لارتفاع الظاهرة بالمنطقة ٠,٥٤٦ م والانحراف المعيارى ٠,١٧٢، لذا فإن نسبة الاختلاف فى هذه الخاصية بين المجموعة التى تم قياسها تبلغ ٣١,٥٪ وهى نسبة تظهر وجود اختلاف واضح فى الارتفاع بين أعشاش الغراب.

ومن حيث اتساع الظاهرة لم تشر أية دراسات سابقة إلى هذه الصفة، ولكن بالقياس فى منطقة الدراسة وجد أن هذا الاتساع يبلغ ٠,٣٨ - ٢,٠٨ متر فى الحقل الأول ويبلغ أيضاً قيمة تتراوح بين ٠,٥٥ م وبين ٢,٩٥ م فى الحقل الثانى كما أن متوسط الاتساع فيهما يبلغ ٠,٩٤ م ، ١,٥٦ م على التوالى وبحساب المتوسط العام لجملة ٣٢ حالة وجد أن المتوسط يبلغ ١,٢٢٨ وأن الانحراف المعيارى يبلغ ٠,٦٧٩ لهذا فإن معامل الاختلاف يبلغ ٥٥,٣٪ وهو اختلاف ليس كبيراً، ويزيد فى قيمته عن ذلك التباين فيما بينها فى صفة الارتفاع، ويرجع ذلك إلى أنه أثناء تشكيل الظاهرة أساساً تكون درجة الاتساع بها أكثر من الارتفاع ووجود الاتساع مع

(١) وهى ظاهرة صحيرية عبارة عن هضبات متناهية جداً فى الصخر، ويطلق عليها أحياناً اسم ريوجين Zeugen وهى كلمة ألمانية ومعناها زوج وتعنى كتلة صخرية أشد مقاومة، وتتركب كل واحدة منها من الصخر اللين المعطى طبقة من الصخر أشد مقاومة، وتشجع الظاهرة من السحت بمعل الرياح المحمل بالرمال (Moore, 1968, P 233)

حدوث نحت أسفل هذا الاتساع يشكل الملمح المورفولوجى لظاهرة عش الغراب ويجسده سواء كانت الظاهرة على ارتفاع عشرات الأمتار أو بضعة أمتار قليلة، كما أن هذا الاتساع يتعرض تدريجياً للنحت والتقويض الذى يختلف من موقع لآخر ومن حالة لأخرى فتزيد بذلك درجة التباين فى اتساعاتها، وذلك عن طريق برى الرياح لجوانبها.

جدول (٣٧) : أبعاد وشكل ظاهرة عش الغراب شرق منخفض توشكى (بالمتر).

ممتثل	الحقل الأول			الحقل الثانى	
	الاتساع	الارتفاع	الشكل	الاتساع	الارتفاع
١	١,٤٨	٠,٥٢	٠,٣٥	١,٥٥	٠,٥١
٢	٠,٧٢	٠,٢٣	٠,٣٢	٠,٥٥	٠,٤٨
٣	٠,٥٦	٠,٣٧	٠,٦٦	٠,٩٧	٠,٦٨
٤	٠,٤	٠,٦٤	١,٦٠	٠,٦٨	٠,٤٨
٥	٠,٨٦	٠,٢٨	٠,٣٣	٢,١٥	٠,٥٣
٦	٠,٥٣	٠,٤٩	٠,٩٢	٠,٨٨	٠,٥٩
٧	١,٣٣	٠,٣٨	٠,٢٩	٢,٩٥	٠,٥٥
٨	٢,٠٧	٠,٦٥	٠,٣١	١,٣٥	٠,٦٥
٩	٢,٠٨	٠,٤٢	٠,٢	١,٧٨	٠,٧٥
١٠	٠,٧٧	٠,٦٢	٠,٨	٢,٦٠	٠,٥٨
١١	٠,٥١	٠,٣٦	٠,٧	١,٦٢	٠,٥٨
١٢	٠,٩٢	٠,٩٨	١,٠٧	١,٨٠	٠,٦٢
١٣	٠,٤٨	٠,٩٨	٢,٠٤	١,٧٢	٠,٦٧
١٤	٠,٩٣	٠,٤٨	٠,٥٢	١,٨٢	٠,٦٧
١٥	١,٢٨	٠,٣٧	٠,٢٩	٠,٩٥	٠,٦٦
١٦	٠,٣٨	٠,٢٧	٠,٧١	—	—
١٧	٠,٦٤	٠,٤٢	٠,٦٦	—	—
المتوسط	٠,٩٤	٠,٥	٠,٦٩	١,٥٦	٠,٦

* تم القياس من الدراسة الميدانية، أغسطس ١٩٩٧.

(ب) العوامل الجيومورفولوجية :

تتحكم فى نشأة ظاهرة عش الغراب بمنطقة الدراسة عوامل أساسية هى العامل الجيولوجى، والعامل الطبوغرافى والعامل المناخى، وذلك من خلال عناصر كل عامل من هذه العوامل.

فالعامل الجيولوجى أثر فى نشأتها ظاهرة عش الغراب حيث نجد أنها نشأت فى الصخور الرملية النوبية، حيث يحدث بالمنطقة الشرقية لحافة سن الكداب وبالاتجاه نحو الجنوب الغربى لحافة الكوارتز حتى بئر نخلأى عملية التجوية للصخور الرملية النوبية بشكل واضح والتي نتج عنها ظاهرة عش الغراب، والتي تبدو فى شكل مسطح من أعلى ومستديرة فى هيئتها وتشبه المقعد، وتصل أبعادها حتى المتر الواحد (Geofizika, 1966, P. 24) ولما كان الحجر الرملى النوبى يتخلله حجر سلتى أو طبقات من الطين والتي تمثل فى حد ذاتها طبقات عدم توافق فقد وجد أن ظاهرة عش الغراب مكونة من رقائق متراسة بشكل أفقى وشبه أفقى ويكون الغطاء العلوى أكثر مقاومة بينما الطبقات اللينة أو الأقل صلابة تقع أسفل منها حيث يتم نحتها بمعدل أسرع وبذلك يتشكل مظهر عش الغراب.

ومن خلال الملاحظة الميدانية وجد أن الرياح المحملة بالرمال تصطدم بالصخر فتعمل على نحت الصخور فى الجزء السفلى للظاهرة بمعدل سريع حتى ارتفاع ٥٠ سم تقريباً، بينما يتعرض الجزء العلوى للنحت بمعدل أقل، هذا من جهة ومن جهة أخرى تساعد عمليات التجوية المختلفة التى يتعرض لها الجزء العلوى على تشكيل الصخر ويصبح ضعيفاً وقابلاً للتشكيل بفعل الرياح فتظهر أشكال عش الغراب فى النهاية.

أما العامل الثانى وهو العامل المناخى فيقوم بدوره فى نشأة وتشكيل ظاهرة عش الغراب بعناصره : الحرارة والرياح والرطوبة النسبية. فبالنسبة لعنصر الحرارة نجد أنه يؤثر بفعل ارتفاع الحرارة أو إنخفاضها فى عملية التجوية التى تتعرض لها الصخور المكونة للظاهرة. فدرجة الحرارة فى محطة أسوان يتراوح معدلها السنوى ٢٥,٩ م (للفترة ٦٠ - ١٩٧٥) ويبلغ المتوسط السنوى لدرجات الحرارة العظمى ٣٤,١ بينما يقل متوسط درجات الحرارة الصغرى إلى ١٧,٤ م

لنفس الفترة، لذا فإن مثل هذا الاختلاف الحرارى يؤثر فى الخصائص الصخرية ويجعلها أكثر تفككاً وأكثر سهولة فى تعرضها للتآكل.

وفى محاولة للتعرف على تأثير الرياح فى تشكيل عش الغراب تم فحص إحدى العينات الصخرية المأخوذة من الطرف العلوى لأحد أعشاش الغراب المقاسة ميدانياً فى الحقل الثانى ووجد أن الصخر - وهو من الحجر الرملى النوبى - يبدو فى شكل مجموعة من الصفائح المتراسة فوق بعضها البعض وبشكل أفقى مما يجعل هناك مجالاً لتأثير الرياح وتعرض الصخر للنحت الميكانيكى. ويذكر جودة حسنين (١٩٦٤، ص ١٧٠) أن الرياح المحملة بالرمال تنحت الصخور والحوائط الصخرية خاصة من جذورها أو تحت الطبقات اللينة على مستويات مختلفة وبهذه الطريقة تنشأ الأشكال الصخرية التى تشبه فى مظهرها عش الغراب. لهذا فإن الرياح تنحت الطبقات السفلى الأكثر ليونة فى مناطق عش الغراب فى شرقى منخفض توشكى وتعمل على صقل الصخور الصلبة نسبياً والتى تعلوها، وإن كان يشير إلى أن ظاهرة عش الغراب فى الماضى كانت تعتبر نتيجة للنحت الميكانيكى للرياح ولكن الاعتقاد الآن هو أن التجوية قرب مستوى سطح الأرض ربما تكون عاملاً أكثر أهمية من تأثير العواصف الرملية (Small, 1985, PP. 313 - 314) وقد لاحظ الباحث تراكم أجزاء رملية حول بعض أعشاش الغراب ومن خلالها تم رصد الاتجاه المؤثر للرياح حيث وجد أن اتجاهها بين ٢٥° وبين ٣٥° شرقاً، وأن متوسط تكرار الهبوب السنوى للرياح من هذا الاتجاه يبلغ ١٨,٩ أى بنسبة ١٩,١٪ من جملة متوسطات التكرار لاتجاهات هبوب الرياح فى الفترة (٦٣ - ١٩٧٥).

وتتأثر ظاهرة عش الغراب بالتجوية الكيميائية أيضاً، ومن خلال فحص عينة من صخور عش الغراب أمكن تمييز ثلاث طبقات حسب درجة تأثرها بعملية التجوية الكيميائية، ويبلغ سمك الطبقة العليا منها ٠,٨ سم وهى مجواه كيميائياً وبشكل واضح، بينما الطبقة الثانية وهى طبقة انتقالية يبلغ سمكها ١,٨ سم وهى فى طريقها للتجوية الكيميائية، أما الطبقة السفلى فى الصخر الأصلى Bed rock فتتكون من الحجر الرملى النوبى.

وقد ساعدت طباقية الصفائح المتراسة المكونة للحجر الرملى النوبى على تسهيل عملية التجوية الكيميائية، حيث أن هذه الصفائح مركبة من الحبيبات، وتجمع بينها المادة اللاصقة والتي تجعل الصخر متماسكاً، لذلك فإن تعرض هذه الأجزاء للرياح والهواء يجعلها تتأثر بمقدار الرطوبة التي يحملها الهواء وتعرض المنطقة لسقوط الأمطار فى بعض السنوات وإن كانت كميات قليلة، وتبلغ جملة المطر السنوى ٠,٧ مم (للفترة ٦٠ - ١٩٧٥) وقد تعرضت المنطقة للأمطار الغزيرة نسبياً فى شتاء ١٩٦٦ ونتج عنها سيولاً، ووجدت تربات البلايا مازالت رطبة نسبياً فى بعض المواقع أثناء الدراسة الميدانية فى أغسطس ١٩٩٧ مما يدل على أن المنطقة تتلقى بين الحين والحين أمطار ينتج عنها نشاط فى عمليات التجوية الكيميائية. ورغم أن الرطوبة النسبية فى الهواء والتي تتراوح نسبتها بين ١٣٪ فى شهر يونية وبين ٣٧٪ فى شهر ديسمبر وذلك للفترة (٦٠ - ١٩٧٥) فى محطة أسوان قليلة نسبياً إلا أنها يمكن أن تلعب دوراً ولو محدوداً فى التجوية الكيميائية مما يعكس التأثير التراكمى المستمر لعنصر الرطوبة على عملية التجوية الكيميائية للصخور المكونة لعش الغراب بالمنطقة.

وبفحص وتحليل إحدى العينات الصخرية لطرف أحد الحالات باستخدام الأشعة السينية X-ray وجد أن الطبقة العليا لها مجواة كيميائياً ويسمك ٠,٨ سم حيث اللون الأسود اللقائم يكسبها مظهر التأكسد، والطبقة الثانية تمثل طبقة انتقالية فى طريقها لعملية التجوية الكيميائية، ويقع أسفلها الصخر الأصلى وهو من الحجر الرملى النوبى كما سبق الذكر، ولذا يبدو أن سمك التجوية الكيميائية للصخر يبلغ ٢,٦ سم. وتعمل الرطوبة بشكل عام على إذابة المادة اللاصقة الموجودة بين مجموعة الصفائح المتراسة والمكونة للحجر الرملى النوبى من جهة، وحدثت تغيرات للمكونات المعدنية للصخر المتأثر بعمليات التجوية من جهة أخرى ومساعدة التجوية الميكانيكية من جهة ثالثة على ظهور تشققات بين أجزاء الصخر، وحدثت فجوات وسرعان ما تتسع مثل هذه الأشكال ويتم نحت الصخر وتشكيل المظهر الجيومورفولوجى والوصول به فى النهاية إلى مرحلة القويض والتي تعرف بمرحلة الشيوخة.

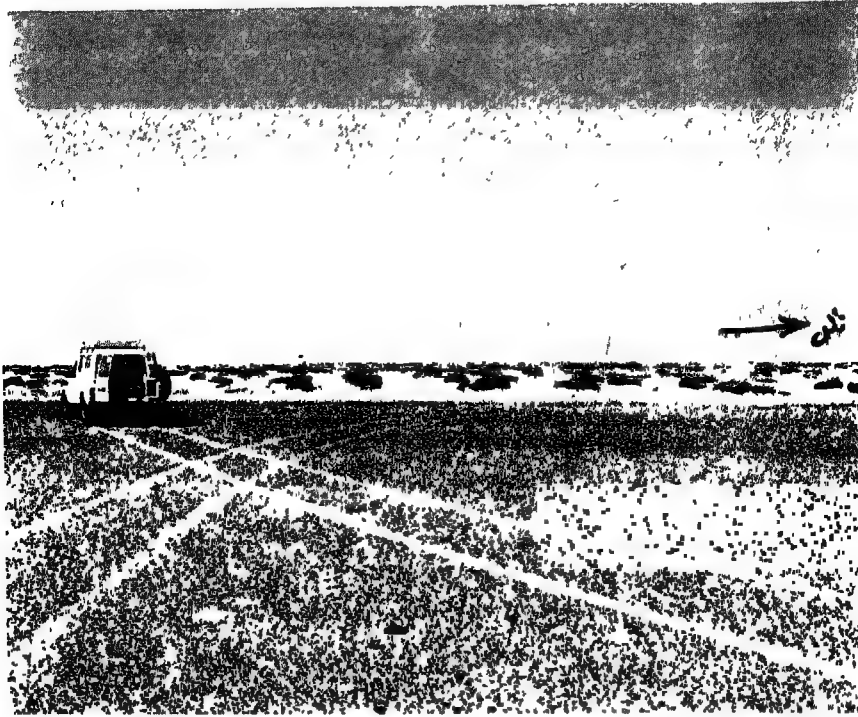
ومن خلال التحليل المعدنى للطبقتين كما فى جدول (٣٢) وجد أن المعدن السائد هو الكوارتز فى العينتين وبنسبة ٣٧,٧% و ٣٤,٨% وهو معدن مقاوم للتجوية بشكل عام مما تزيد نسبته، وتزيد نسبة معدن الجيوسيت من ١,٥% إلى ٤,٦% على السطح نظراً لأنه مكون من أكاسيد حديد الهيدروكسيد، ونتيجة للتجوية الكيميائية فإنه يتجمع على السطح ويحدث له تأكسد فتزيد نسبته.

وهناك معدن آخر مثل ميتا هالوسيت والذى يظهر على السطح بنسبة ٥% من المركب المعدنى للصخر كما فى جدول (٣٢) نجد أنه نشأ بفعل عملية التحول الناتج عن التجوية الكيميائية، حيث أن معدن الهالوسيت يعتبر معدناً من المعادن الأوكسيدية، ويتركب من ثانى أكسيد السليكون وثانى أكسيد الألومنيوم والماء، ونظراً لاختلافه من الطبقة الداخلية وظهوره على السطح ضمن الأوكسيدات ودخول الماء كمركب فى وجود هذا المعدن لذا فإن تأثر الصخر بالرطوبة الجوية أو الأمطار القليلة ينتج عنه تجوية معدنية لصخور عش الغراب مما يساعد على تخفيضها بمرور الوقت.

ونظراً لارتفاع درجات الحرارة بمنطقة الدراسة والتي سجلتها محطة أسوان، حيث وصل المتوسط اليومي للحرارة ٢٥,٩°م خلال الفترة (٦٠ - ١٩٧٥) فإن هذا يقلل من ذوبان كربونات الكالسيوم مع إرتفاع درجة الحرارة (حسن، ومصطفى، ١٩٦٩، ص ١٠٢) لهذا نجد أن معدن الكالسيت والذى يتركب أساساً من كربونات الكالسيوم تزيد نسبته على السطح إلى ٢٩,٨% من حجم المعادن المكونة للصخر بالمقارنة بالعمق النسبى لمسافة ٤ سم والتي يصل عندها نسبة المعدن فى الصخر إلى ١٥,٧% فقط.

أما العامل الطبوغرافى كأحد عوامل نشأة ظاهرة عش الغراب فقد تم ملاحظته ميدانياً حيث وجد أن ظاهرة عش الغراب فى الحقلين اللذين تم دراستهما إما أن توجد فى منطقة مرتفعة يحيط بها مناطق أقل ارتفاعاً وأكثر استواءً، أو توجد فى منطقة مسطحة أكثر ارتفاعاً ويحيط بها سهل صحراوى، مما يسهل وصول الرياح

من مختلف الاتجاهات لتمارس عملها فى تشكيل الظاهرة، ولهذا فإن ارتفاع المنطقة التى يوجد بها الحقل الأول يبلغ حوالى ١,٧ متر عما جاورها، بينما لايزيد ارتفاع منطقة الحقل الثانى عن ٠,٧٥ من المتر عن السهل الصحراوى المحيط بها، وبذلك يسهل نقل الرمال لإستخدامها كأدوات هدم وتشكيل الظاهرة بفعل الرياح كما فى صورة (٦).



صورة (٦) : ظاهرة عش الغرباب فى حقل رقم (٢) بالجزء الشرقى لمنخفض توشكى.

(ج) مراحل التطور الجيومورفولوجى :

تمر ظاهرة عش الغراب بمراحل تطورية أمكن استنتاجها من الملاحظات الميدانية ومن الخصائص المورفولوجية المميزة للظاهرة بمنطقة شرق منخفض توشكى. ففى البداية يوجد سطح صخرى مستوى أو شبه مستوى، طبقاته أفقية، ويتعرض لعوامل وعمليات جيومورفولوجية مختلفة تمارس نشاطها على هذا السطح الصخرى فيتكسر الصخر باتجاهات مختلفة، متوازية ومتقاطعة فتكون مواضع ضعف تستطيع الرياح من خلالها إزالة جزء من الصخر وتشكيل الأجزاء المتبقية فيتحول السطح بذلك إلى أجزاء صخرية كبيرة ومتماسكة من أسفل مع الصخر الأسمى، ونصل بذلك إلى مرحلة الشباب لظاهرة عش الغراب كما فى شكل (٣٧) أو مرحلة النحت البطئ.

ونظراً لظهور أجزاء صخرية تفصل بينها مسافات فإنه تنشأ بذلك ممرات صغيرة أو فجوات على السطح وبالجوانب سرعان ما تتسع من جهة وتحت الرياح فى الأجزاء السفلى للمكونات الصخرية من جهة أخرى ليتجسم مظهر عش الغراب، ويتكسر الصخر بدوره لأجزاء أصغر بينها ممرات أصغر بالإضافة إلى الممرات الكبيرة التى سبق تكوينها فى مرحلة الشباب، وهنا يقل ارتفاع الظاهرة وتضخم فى حجمها أو تقل أبعادها وتمثل هذه المرحلة مرحلة النضوج أو المرحلة الثانية والتى تتميز بشدة النحت نسبياً.

ونظراً لاستمرارية عمليات النحت والتخفيض لظاهرة عش الغراب فإن سطحها يقترب من سطح الأرض، ونظراً لشدة النحت السفلى واستمرارية عملية التجوية بنوعها فإن قواعد الظاهرة والتى تمثل الجزء السفلى المنحوت والتى تتركز عليها قد لا تتحمل ثقل الصخر الواقع فوقها خاصة وأن الصخر السفلى يكون أقل صلابة أو أقل تحملاً، وبالتالي قد يحدث ميل للكتل الصخرية التى قارب مستواها من سطح الأرض فتهيار أو تميل عن المستوى الأفقى العام وتحول إلى مجرد كتل جلاميدية ترصع سطح الأرض، وهنا تكون قد وصلت الظاهرة إلى مرحلة الشيخوخة كما فى شكل (٣٧) أو مرحلة التفويض النهائى وأختفاء ملامح الظاهرة.

من الملامح والخصائص المميزة للثقافة العراقية والدينامية

ومن خلال الملاحظات الميدانية الدقيقة لظاهرة عش الغراب بمنطقة الدراسة يمكن أن نستنتج الشروط اللازمة لحدوث هذه الدورة وهى : (١) استواء السطح العام (٢) أفقية الطبقات الرسوبية (٣) وجو مسطح صخرى مكشوفة وفى منطقة مفتوحة ومعرضاً لهبوب الرياح (٤) وجود هذه الظاهرة فى الصخور الرملية وارتباطها بها بدرجة أكثر من الصخور الجيرية يجعل وجود الحجر الرملى ضرورياً لحدوث الدورة. (٥) لكى تعود الدورة من جديد فى نفس الموضع، لابد من إزالة نواتج التجوية ونحت الرصيف الصحراوى أو الجلاميد الذى قد ينشأ من تكسير الصخور المتخلفة فى موضعها. (٦) تستمر عملية تجديد الدورات فى المناطق الصحراوية الثابتة تكتونياً حتى يصل السطح إلى مستوى السهول الصحراوية المجاورة أو المحيطة بمناطق حقول عش الغراب طالما تسمح الظروف الجيولوجية بذلك. وتجدر الإشارة إلى أن معظم حالات عش الغراب بمنطقة الدراسة فى مرحلة النضوج أو شدة النحت بالإضافة إلى مجموعة وصلت إلى مرحلة الشيخوخة أو مرحلة التقويض النهائى للظاهرة من خلال الملاحظة، ومجموعة أخرى مازالت فى مرحلة الشباب أو بداية النحت والتقويض.

(٨) الموائد الصحراوية :

سجل الباحث ظاهرة واحدة للموائد الصحراوية بمنطقة شرقى توشكى، وذلك فى الجزء الجنوبى الأوسط، وقد بلغ ارتفاعها ١,٦٣ متر واتساعها ٣,٣٢ متر ووصل المحيط الدائرى لها ١٠,٠٥ متر، وبقياس الجزء المنحوت أسفل منها وجد أن ارتفاعه ١,٢٢ متر ومحيط هذا الجزء المنحوت ٦,٤ متر.

لهذا نجد أن درجة نحت الجزء السفلى بها بلغ ٣٦,٣٪ بالنسبة للمحيط، كما وصلت نسبة ارتفاع الجزء المنحوت حوالى ٧٥٪ بالنسبة للارتفاع الكلى.

خامساً : الأشكال الناتجة عن الإرساب :

يوجد بمنطقة الدراسة ظاهرات ناتجة عن عمليات الإرساب منها المراوح الفيضية، والبلاليا وهما ظاهرتان ناتجتان عن الإرساب الفيضى، بالإضافة إلى الكثبان والحافات الرملية الموجودة بالمنطقة وهى تمثل الظاهرة الأساسية للإرساب الهوائى.

(١) المراوح الفيضية :

توجد مجموعة مراوح فيضية بالمنطقة والتي تتوزع على طول الامتداد الجنوبي للحافة الشمالية - حافة سن الكداب - بشكل أساسي، بالإضافة إلى بعض المراوح في الشمال الغربي والجنوب الغربي للمنطقة كما في شكل (٣٢) .

وتتميز المراوح الفيضية بامتداد طولى واضح حيث يصل متوسط الطول إلى ٢,٤ كم، والانحراف المعياري ١,٦٤، لذا فإن نسبة الاختلاف في أطوال المراوح الفيضية يبلغ ٦٨,٣٪ والتي تعكس وجود اختلاف في أطوالها. ويشبهه في ذلك عرض المراوح الفيضية، حيث يصل متوسط عرضها إلى ١,٠٧ كم والانحراف المعياري ٠,٧٢ والتي يصل بها نسبة الاختلاف إلى ٦٢,٣٪ كما في جدول (٣٨).

وقد وجد أن أقل ارتفاع للمراوح يبلغ ٤ أمتار وأعلى ارتفاع لقمم مخاريط المراوح الفيضية يبلغ ٥٠ متراً. ويصفة عامة يبلغ متوسط ارتفاعها ١٦,٨٧ متراً وهو ارتفاع صغير نسبياً، ويبلغ الانحراف المعياري ١١,٣٥ لذا فإن نسبة الاختلاف في الارتفاعات تصل إلى ٦٧,٣٪ وهي تشبه نفس قيم التباين في الطول والاتساع تقريباً كما في جدول (٣٨) وكلها قيم تعكس التباين الواضح والاختلاف الكبير بين المراوح في أبعادها المختلفة في منطقة شرقي منخفض توشكي.

وتتميز المراوح الفيضية بكبر المساحة نسبياً، حيث تتراوح المساحة بين ٠,١٤ و ١٣,٧ كم^٢، ويصل متوسط المساحة ٢,٠٨ كم^٢. وإن كان يشتد الاختلاف بين المراوح في هذه الصفة لمجموعة المراوح، ويظهر هذا الاختلاف بوضوح فيما بينها حيث نجد أن قيمة الانحراف المعياري ٢,٥٨ ، وأن نسبة الاختلاف تصل إلى ١٢٤,٠٤٪ ، والذي قد يكون مرجعه الأساسي اختلاف مساحات الأحواض التي تصرف إلى المراوح الفيضية. وتحليل العلاقة بين مساحات المراوح الفيضية وأحواض تصريفها (لعدد ٢٣ مروحة هي التي أمكن تحديد أحواض تصريفها) وجد أن قيمة معامل الارتباط تبلغ ٠,٥٧، ورغم أنها قيمة تبدو منخفضة نسبياً إلا أنها تمثل قيمة أكبر من القيمة النظرية (٠,٥٢) لدرجات حرية ٢١ عند احتمال ١٪ ولذلك يمكن أن نرفض الفرضية الصفرية والتي نقول بعدم وجود علاقة بين مساحة المروحة ومساحة الحوض ونقبل الفرضية العكسية التي نقول بوجود علاقة واضحة بينهما.

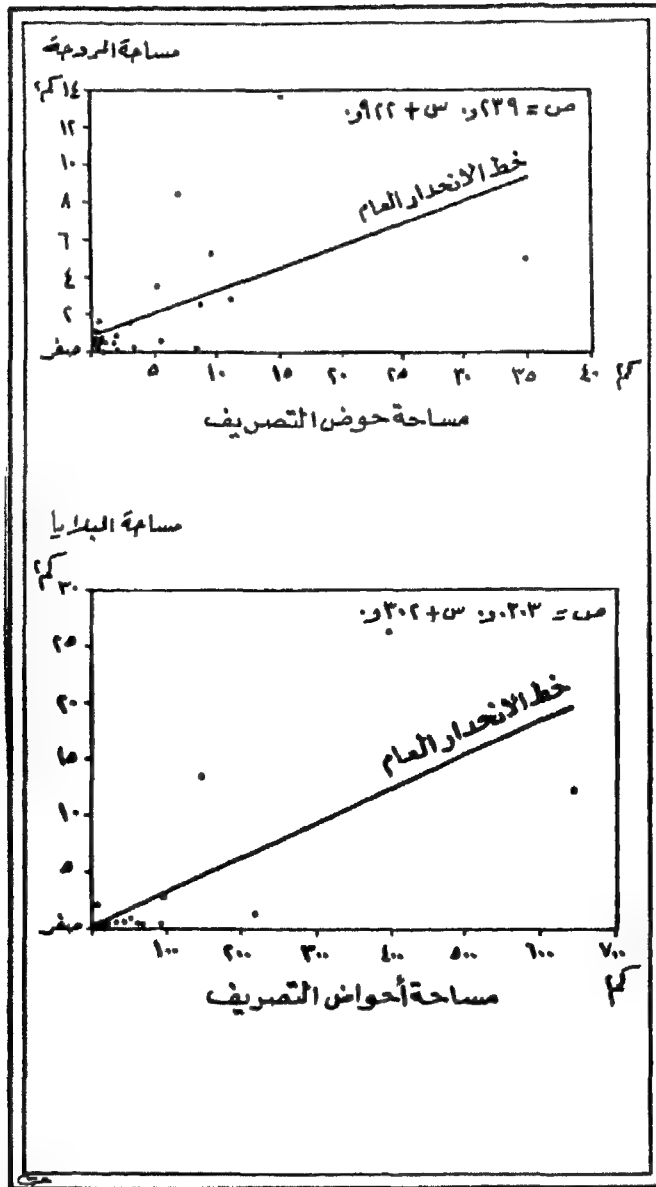
وباستخدام أسلوب تحليل الانحدار البسيط Simple Regression Analysis بين المتغيرين كما فى شكل (٣٨) وجد أن القيم تتجمع بشكل واضح حول خط الانحدار، وأن معدل التغير فى مساحة المروحة يبلغ ٠,٩٢٢ كم^٢، وتعنى هذه القيمة أنه كلما تغيرت مساحة حوض التصريف بالزيادة بمقدار كيلومتر مربع واحد تزيد مساحة المروحة ٠,٩٢٢ كم^٢ تبعاً لذلك، وهو معدل مرتفع والذي إذا قورن بمناطق أخرى فى العالم نجده كبيراً وقد يماثل نفس المعدلات العالمية فى بعض المناطق، حيث بلغ فى جبال البرز Elburz فى إيران ٠,٩٤ كم^٢ (Beaumont, 1972, P. 255).

جدول (٣٨) : الخصائص المورفومترية للمراوح الفيضية شرقى منخفض توشكى.

الخاصية	الطول	العرض	الارتفاع	المساحة	درجة الانحدار
المتوسط	٢,٤	١,٠٧	١٦,٨٧	٢,٠٨	٠,٦٣
الانحراف المعياري	١,٦٤	٠,٧٢	١١,٣٥	٢,٥٨	٠,٣٣
عدد الحالات	٤٣	٤٣	٢٣	٤٣	٢٣

* تم قياس الأبعاد من الخريطة الجيومورفولوجية ١ / ٥٠٠٠٠ والاعدار من الخرائط الكنتورية ١ / ٢٥٠٠٠ بعد تصغيرها وتوحيد المقاييس.

ويتسم انحدار المراوح الفيضية بأنه خفيف حيث تقل ارتفاعاتها أساساً وبالتالي يقل الانحدار. وقد وصل متوسط درجات الانحدار إلى ٠,٦٣ مما يعكس ان المراوح غالباً ما تكون شبه مستوية، وهذا راجع أيضاً إلى أن الأودية التى تقطع الحافة الشمالية لمنطقة الدراسة هى أودية خائقية تتبع صدوعاً والتي سرعان ما تلقى برواسبها فى منطقة سهلية شبه مستوية. ومن جهة أخرى يلاحظ أن هذه الأودية التى تقطع الحافة غالباً ما تكون مستقيمة مما يسهل اندفاع الرواسب بسرعة نحو السهول وأشبه السهول مما يقلل من عمليات البناء الطبقي للمراوح الفيضية الذى يعطى دائماً ارتفاعاً ملحوظاً وبالتالي يكسبها انحداراً مميزاً. ومن حيث الرواسب نجد أن رواسب المراوح خشنة حيث يسود بها الحصى والأحجار بينما نجد أن المراوح الواقعة وسط وغرب وجنوب غرب المنطقة غالباً ما تكون رواسبها أقل حجماً ويسهل من عملية نحتها ونقلها إلى المراوح وجود طبقات الطين والحجر السلتى مما يسهل نقل الرواسب لمسافة أطول وبناء مراوح فيضية أقرب إلى الاستواء فيقل الانحدار.



تم القياس من الخريطة الجيومورفولوجية ١/٥٠٠٠٠ والارتفاع الكنتورية ١/٢٥٠٠٠

شكل (٣٨) : العلاقة بين مساحة حوض التصريف ومساحة المروحة الفيضية ومساحة البليزيا شرقي منخفض توشكى.

وفى محاولة تصنيف المراوح الفيضية على الأساس المساحى إلى مجموعات نجد أن المراوح التى تزيد مساحة كل منها عن كيلو متر واحد تبلغ ٢٠ مروحة وتمثل ٤٨,٨ ٪ من جملة أعدادها، يليها المراوح ذات المساحة التى تتراوح بين نصف كيلومتر مربع واحد وعددها ١١ مروحة وتمثل نسبة قدرها ٢٦,٨ ٪ من جملة العدد البالغ ٤١ مروحة تم حساب مساحاتها بينما المجموعتين الأقل من ذلك (مجموعة تقع المساحة بين ٠,٢٥ - ٠,٥ كم^٢ والمجموعة الأقل من ٠,٢٥ كم^٢) فتبلغ أعداد المراوح بهما ٣ و ٧ مراوح على التوالى ومجموع نسبتهما معاً ٢٤,٤ ٪ من جملة أعداد المراوح الفيضية بالمنطقة، وبهذا يتضح كبر مساحة المراوح نسبياً.

(٢) البلايا ^(١) :

تظهر البلايا فى منطقة الدراسة وقد امتدت امتداداً واسعاً مجاورة للمسطحات والسهول الصحراوية من جهة وللحافات الجبلية وعند أقدام السفوح الجبلية من جهة أخرى بحيث تظهر أسفل منطقة البهاداء، وقد ترتبط بنهايات المراوح الفيضية كما فى البلايا الرئيسية الكبيرة المساحة بالمنطقة شكل (٣٢).

وقد ميز جايجر البلايا الجافة بأنها صلصالية خالية من الأملاح، وإن كان ستون قد ذكر بأن هناك نوعان من البلايا حسب قوام الرواسب، الأول هو بلايا طينية والنوع الثانى هو البلايا الصلصالية (Synder, 1975, P 116) وبصفة عامة فإن البلايا فى منطقة الدراسة من نوع البلايا الجافة وسوف نتعرض على رواسيها فيما بعد.

(أ) الخصائص المورفومترية :

تتميز البلايا فى منطقة الدراسة بعدة خصائص سواء فى الأبعاد أو المساحة أو فى خصائص الرواسب ويمكن أن نبين كل منها. فمن حيث الأبعاد نجد أن طول البلايا يتفاوت من واحدة لآخرى ، فأقل طول يبلغ ٨٥٠ متراً، بينما يزيد أكبر الأطوال فى البلايا إلى ٨,٣ كم أى يزيد إلى عشرة أمثال أصغر الأطوال تقريباً، وقد وصل المتوسط إلى ٢,٧ كم والانحراف المعيارى ٢,٥٧ ولذا نجد أن نسبة الاختلاف فى الأطوال تزيد لتصل إلى ٩٥,٤ ٪ كما فى جدول (٣٩).

(١) هو اسم عام يطلق على المناطق المنخفضة فى طبوغرافيتها وتوجد بها رواسب محيرات قديمة، ويتشتر

وجودها فى الطاق الجان (Neal , 1975 , P . 1)

ويقل الاتساع بشكل واضح حيث نجد أن أقل قيم فى اتساع البلايا يصل إلى ٤٠٠ متر بينما يزيد أكبر القيم إلى ٦,٥٥ كم، ونجد أن قيمة المتوسط تبلغ ١,٦٤ كم أى أنها تمثل حوالى ٦٠٪ من قيمة متوسط الطول، ولما كانت قيمة الانحراف المعيارى تبلغ ١,٥٢ لذا فإن نسبة الاختلاف هنا تصل إلى ٩٢,٧٪ والتي تعكس تبايناً واضحاً أيضاً فى الأبعاد المختلفة بين البلايا سواء فى الأطوال أو الاتساع فى منطقة شرقى منخفض ترشكى.

وتعتبر البلايا من الظواهرات الإرسابية التى تتباين فى المساحة تبايناً شديداً، حيث نجد أن كوك ووارين يشيرا إلى أن مساحة البلايا تتراوح بين عدة أمتار مربعة و ٩٠٠٠ كم^٢ (Cooke & Warren, 1973, P. 217)، ووصلت مساحاتها فى منطقة بحيرة الطين Mud lake فى نيفادا بين ٨ و ٦٥ متراً مربعاً (Neal & Motts, 1967, P. 522) وبالمقارنة نجد أن منطقة الدراسة تضم ١٥ بلايا وأن مساحة البلايا فى المنطقة تراوحت بين ٠,٢٣ من الكيلومتر المربع وبين ٢٦,١٦ كم^٢ مما يعكس أن المنطقة تضم بلايا صغيرة المساحة وأخرى كبيرة جداً فى مساحتها وقد وصل متوسط مساحة البلايا فى المنطقة ٤,٠٥ كم^٢ والانحراف المعيارى ٧,١٨ لذا فإن نسبة الاختلاف فى خاصية المساحة بلغ ١٧٧,٣٪ وهى نسبة مرتفعة جداً، وترجع بالدرجة الأولى إلى التباين فى مساحات أحواض التصريف إلى البلايا كما سبق الذكر، ويؤكد ذلك أن متوسط مساحة التصريف بلغ ٥١,٦ كم^٢ وأن الانحراف المعيارى ٥١,٧ لذا فإن نسبة الاختلاف بلغت ١٠٠,٢٪ كما فى جدول (٣٩) والذى يظهر وجود لاختلاف من مساحة حوض بلايا إلى آخر أو مساحة التصريف من بلايا لأخرى حيث انعكست آثار هذا الاختلاف على مساحة البلايا فى النهاية والتي جاءت مختلفة أيضاً.

ويعكس التوزيع المساحى للبلايا فى شكل فئات مساحية أن أعداد البلايا التى يكون مساحة كل منها ٢ كم^٢ فأكثر عددها ٤ بلايات أى ٢٦٪ تقريباً من جملة العدد وتبلغ مساحة هذه المجموعة ٨٩,٢٪ من جملة مساحة البلايا، فى حين أن عدد البلايا التى تقل مساحة كل منها عن نصف الكيلو متر المربع يبلغ ٧ بلايات ولايزيد إجمالى مساحتها عن ٣,٥٪ من جملة مساحة البلايا.

جدول (٣٩) : الخصائص المورفومترية للبلايا ومساحة أحواضها في شرقي منخفض توشكى.

الخاصية	طول المروحة كم	تساعع البلايا كم	مساحة البلايا كم	شكل البلايا طول ÷ عرض	طول منطقة التصريف كم	عرض منطقة التصريف كم	مساحة منطقة التصريف كم
المتوسط	٢,٧	١,٦٤	٤,٠٥	١,٦٣	١٧,٣٥	٩,٧٨	٥١,٦
الانحراف المعياري	٢,٥٧	١,٥٢	٧,١٨	٦١	١١,٩	١١,٩	٥١,٧

* تم عمل الجدول من الخريطة الجيومورفولوجية ١/٥٠٠٠٠ والمخرائط الكثرية ١/٢٥٠٠٠ بعد تصغيرها وتوحيد المقاييس.

وقد استخدم الباحث معامل (الطول ÷ العرض) للتعرف على خصائص شكل البلايا وهي الطريقة التي طبقها ريفس (Reeves, 1975, P. 166) ويطبقها وجد أن القيمة في منطقة شرقي منخفض توشكى تتراوح بين ١,٠٣ و ٢,١٨ ونسبة الاختلاف بينها تبلغ ٣٧٪ وهي قيم صغيرة نسبياً مما تعكس ميل البلايا نحو الشكل المربع في معظمها أكثر من ميلها إلى الشكل المستطيل لأنه بزيادة القيمة عن ١ بدرجة كبيرة يصبح الشكل مستطيلاً. فقد بلغت القيم عند ريفس في دراسته غرب تكساس ما بين ١ و ٨,٤ وفي بلايا منطقة الحمادة في هضبة نجد وصلت القيمة بين ١,٣ و ١٥,٦ والتي تميل إلى الاستطالة (التركمانى، ١٩٩٦، ص ٦٦).

وعن مظهر الإطار الخارجى للبلايا لوحظ أن أكثرها ذو نمط متشعب وغير منتظم، وحسبما يشير كوك ووارين (Cooke & Warren, 1973, P. 217) فإن شكل البلايا يعكس أصول نشأتها والعمليات المؤقتة التي مرت بها أحواض البلايا. فالشكل المستقيم يعكس تصدعاً بينما الشكل غير المنتظم - وهو السائد في منطقة الدراسة - يعكس نظاماً مركباً لخطوط التصريف التي كونتها ويلاحظ هذا على معظم البلايا في المنطقة والتي يتعدد نظم التصريف إليها ومن اتجاهات مختلفة مما يؤثر على الشكل العام ويكسبه صفة عدم الانتظام.

(ب) رواسب البلايا :

تتميز رواسب البلايا بصغر حجم حبيباتها، وقد وجد أن الرواسب السطحية في البلايا الخمس التي تم دراستها ميدانياً يتراوح نسيجها بين الرواسب الطميية والطينية الرملية بمختلف الدرجات كما في جدول (٤٠) وذلك من خلال مطابقة الأحجام بمثلث تصنيف نسيج التربة. ويلاحظ أن نسبة الرمل في معظمها تزيد عن ٥٠٪ تقريباً من المكونات الحجمية لرواسب البلايا. أما من حيث التحليل الكيميائي فيلاحظ بصفة عامة أن رواسب البلايا ذوقلوية معتدلة والملوحة الكلية منخفضة بشكل واضح.

جدول (٤٠) : نتائج التحليل الحجمي والكيميائي لرواسب البلايا شرقى منخفض توشكى.

رقم البلايا	التحليل الحجمي			نوع الرواسب	معامل القلوية	الملوحة الكلية جزء / مليون
	الرمل %	الصلب %	الطين %			
١	٥٢,٤	١٤	٣٣,٦	طيني رملي	٧,١	-
٢	٤٢,٧	٢٥,٥	٣١,٨	طيني	٧,٥١	٢,٢٢
٣	٣٨,٢	٣٢,٢	٢٩,٦	طيني	٧,٧١	-
٤	٦٢,٢	١٠,٢	٢٧,٦	طيني رملي	٧,٩٥	٠,٢٨
٥	٦٨,٢	١٦	١٥,٨	طيني رملي	٧,٦٧	٢,٥٣

* تم التحليل بمعهد بحوث الأراضي والمياه والبيئة - وزارة الزراعة - بالحيزة (مستخدام الهيدروميتر) والعيات من الدراسة الميدانية، أغسطس ١٩٩٧.

ويتغير حجم حبيبات رواسب البلايا بالعمق، حيث ظهر من القطاعين الذين تم عملهما في رواسب البلايا رقم ٢ ، ٥ أن هناك تدرج حجمي بالعمق حيث يزيد حجم الرواسب بالعمق وبالتالي يختلف نوع الرواسب طبقاً لذلك، كما في شكل (٣٥) حيث أن الطبقة العليا في بلايا رقم ٢ طمي طيني، ثم تزيد نسبة الرمل نسبياً من ٤٢,٧٪ في الطبقة العليا إلى ٦٨,٣٪ في الطبقة الوسطى الواقعة أسفل منها على عمق ٨,٥ سم ليصبح نوع الرواسب طمي رملي، وفي الطبقة السفلى من القطاع على عمق ٢٠ سم تزيد نسبة الرمل من ٦٨,٣٪ في الطبقة الوسطى إلى ٧٤,٥٪

من المكونات الحجمية للرواسب فى الطبقة السفلى، ورغم أن موقع الرواسب فى مثلث التصنيف يعكس أنها طمى رملى إلا أنها تتميز بزيادة نسبة الرمل وانخفاض نسبة الطمى مما يجعلها فى موضع مختلف نسبياً عن رواسب الطبقتين العلويتين. ويرجع هذا التدرج الحجمى إلى سرعة إرساب الحبيبات الكبيرة الحجم إلى أسفل وتظل الحبيبات الأصغر حجماً عالقة لأطول فترة لذا يتم إرسابها فى الأجزاء العليا. وقد لوحظ زيادة القلوية تدريجياً من أعلى لأسفل وإن كانت بمعدلات قليلة حيث بلغت ٧,٥ ثم ٧,٦٧ من أعلى لأسفل على الترتيب، كما أن الملوحة الكلية رغم إنخفاضها بشكل واضح إلا أنها تتدرج أيضاً فى الطبقات الثلاث بالزيادة من أعلى لأسفل، وينطبق نفس التدرج الحجمى ومعامل القلوية وفى الملوحة الكلية أيضاً فى رواسب البلياء رقم ٥.

(ب) عوامل النشأة :

(١) العامل الجيولوجى :

يشير الشاذلى وزملاؤه (El-Shazley et al., 1977, P. 57) إلى أن معظم رواسب البلياء فى منطقة توشكى قد استمدت من الصخور سواء من الحجر الرملى اللبوى أو الأحجار الجيرية معنى هذا أن الصخور التى تزود البلياء تدمها برواسب متنوعة، هذا من جهة ومن جهة أخرى نجد أن هناك طبقات طين أسنا السفلى والحجر السلتى الطينى وهى تمثل صخوراً من السهل نحت أجزاء كبيرة منها ثم نقلت الرواسب الدقيقة إلى أخفض المواضع حيث تتكون البلياء خاصة البلياء الكبيرة المساحة حيث لاحظ الباحث انتشار صخور الحجر الطينى على السطح فى مناطق كثيرة وبمساحات كبيرة وقد قطعها بعض الأودية الصحراوية الضحلة التى تصرف مياهها إلى البلياء الرئيسية بالمنطقة.

وتتغل البلياء الواقعة فى الجزء الغربى والشمالى الغربى بالمنطقة مواضع تحكم بنائى صدعى حيث سهلت الصدوع عملية النحت والتخفيض وتكوين مناطق منخفضة شغلها أسطح البلياء.

أما البلايا التي تقع تحت السفح الجنوبي لحافة سن الكداب فتتنوع الصخور المحيطة بها سواء كانت من نوع طين اسنا، أو من تكوين الداخلة الذي هو عبارة عن طبقات طين أيضاً يتخللها الحجر الرملي في الجزء السفلي ويتداخل معها تكوينات كربونية قرب القمة (Awad & El-Sorady, 1987, P. 14) وكل هذا سهل من عملية النحت نتيجة وجود عدم التوافق الذي يميز هذه المكونات الصخرية.

(٢) العامل الطبوغرافي :

تتكون بلايا شرقي منخفض توشكى في منطقة ذات طبوغرافيا مسطحة كما أنها تشغل أخفض الأجزاء لبعض الأحواض أو المنخفضات الموجودة في السهول خاصة عند أقدام الحافات، وهي تنتشر في العديد من الأحواض الصغيرة بمنطقة توشكى (El-Shazley et al., 1977, P. 570) فأخفض نقطة في شرقي منخفض توشكى وهي ١٢٠,٥ متراً فوق سطح البحر تمثل أخفض موضع في بلايا رقم ٤. وبقراءة أخفض المناسيب بمناطق البلايا من الخرائط ١ / ٢٥٠٠٠ وجد أن أخفض منسوب لأسطح البلايا يتراوح بين ١٢٠,٥ و ١٨٤,٥ متراً فوق سطح البحر، وهذا يعكس لنا حقيقة وهي اختلاف الأحواض الصحراوية المغلقة أو المنخفضات الثانوية بالمنطقة في مقدار انخفاضها وتعميقها وبالتالي الاختلاف في مناسيب البلايا. فالبلايا توجد على مستويات مختلفة في المنطقة، حيث أن ثلثي عددها يوجد على منسوب أقل من ١٥٠ متراً فوق البحر والباقي بين ١٥٠ و ١٨٤,٥ متراً فوق البحر من جملة ١٦ حالة.

وبقياس الانحدار لعدد ١٦ حالة من البلايا من خرائط ١ / ٢٥٠٠٠ وجد أن درجة انحدار سطح البلايا يتراوح ما بين ٠,٤ - ٢,٣ ٪، أي أن الانحدار يتراوح بين شبه الاستواء وبين الانحدار الخفيف، وذلك طبقاً لتصنيف يانج للانحدار، وهي انحدارات تسمح بنقل الرواسب الناعمة إلى المواضع المنخفضة لتتشأ وتتكون البلايا، ويظهر هذا بوضوح في نطاق البهادا في الشمال والوسط والجنوب الغربي حيث ترتبط بها بعض البلايا، وحيث أن البهادا نفسها تتراوح انحداراتها ما بين الخفيفة إلى المتوسطة الانحدار بشكل عام.

(٣) العامل المناخي :

ترتبط البلياء في المناطق الصحراوية بظروف الأمطار القديمة التي حدثت إما في البليستوسين أو الفترات الرطبة نسبياً والتي حدثت في فترة التقلبات المناخية في عصر الهولوسين، وما زالت تتزود البلياء بالرواسب حتى الآن. ولما كانت البلياء في منطقة الدراسة من النوع الجاف فإنه مما ساعد على وجودها أيضاً عنصر الحرارة وقد أشار نيل (Neal, 1975, P. 2) إلى أن البلياء تكون جافة معظم الوقت وتحتاج نسبة مرتفعة لكل من قيم التبخر السنوي والتساقط السنوي تصل إلى ١٠ : ١ وبفحص قيم الأمطار في محطتي الخارجة وأسوان وجد أن كمية المطر في الفترات المعاصرة ٠,٤ مم (للفترة ٦٤ - ١٩٧٥) في الأولى و ٠,٧ مم (للفترة ٦٠ - ١٩٧٥) في الثانية، ونظراً لارتفاع الحرارة وزيادة معدلات التبخر فإن قيمة المؤشر تزيد عن ثلاثة أمثال القيمة التي ذكرها نيل، كما أن ارتفاع الحرارة وسيادة الجفاف يؤدي إلى تشكيل مورفولوجية أسطح البلياء من حيث التشقق، وتساعد الرياح على نحت وتشكيل أسطحها أيضاً كما سيأتى.

(٤) العامل الهيدرولوجي :

يعتبر العامل الهيدرولوجي همزة الوصل ما بين العوامل الثلاثة السابقة في تكوين البلياء حيث تنقل الأودية المياه الناتجة عن الأمطار والرواسب من فوق الصخور إلى مواضع البلياء في المناطق المنخفضة، ولهذا نجد أن الصورة التوزيعية للبلياء كما في شكل (٣٢) ترتبط بنطاق توزيع شبكات التصريف شكل (٣٤) وتختفى البلياء من المناطق الشمالية الشرقية والشرقية والجنوبية الشرقية لمنطقة شرقي منخفض توشكى حيث تختفى خطوط التصريف المائي.

وبفحص نظم البلياء Playa systems في المنطقة والتي تتضمن البلياء وأحواض تصريفها وجد أن بعض البلياء ترتبط بحوض تصريف واحد والبعض الآخر يرتبط بأكثر من حوض تصريف حيث تتعدد الأودية التي تصرف إلى البلياء وتتعدد اتجاهاتها، وكلها ذو نمط تصريف مركزي، وبالتالي تقوم الأودية بنقل المياه والرواسب من أعلى إلى أسفل، أى من المناطق المجاورة المرتفعة إلى البلياء الموجودة في المواضع المنخفضة وتحمل الأودية التي تصرف مياهها للبلياء بعض

الرواسب الناعمة وترسبها في تلك المواضع المنخفضة، وأن تكرار حدوث عملية وصول المياه إلى هذه البلايا كل بضعة أعوام قليلة بالإضافة إلى شدة التبخر يجعلهما يتضافران معاً في رسم مورفولوجية هذا المظهر الجيومورفولوجي بالمنطقة.

ويشير كوك ووارين (Cooke & warren, 1973, p. 217) إلى أن البلايا تشبه في نظامها Playa System علاقة المروحة الفيضية بنظام الصرف، حيث أن مساحة البلايا قد تكون ذات علاقة بخصائص أحواض التصريف، واستخدم الباحثان في دراستهما بيانات من الخرائط ووجدوا أن هناك علاقة إيجابية وارتباط موجب بين مساحة التصريف ومساحة البلايا.

وبتحليل العلاقة بين كل من إجمالي مساحات أحواض التصريف لكل بلايا وبين مساحة البلايا باستخدام الانحدار الخطي البسيط لعدد ١٥ بلايا وجد أن معامل الارتباط ٠,٧١ وهو أكبر من الارتباط النظري الذي يساوي ٠,٦٤ عند احتمال ١٪ لذا نرفض الفرضية الصفرية القائلة بعدم وجود علاقة بينهما ونقبل الفرضية العكسية ونقول بأنه توجد علاقة بين مساحة التصريف ومساحة البلايا. ويلاحظ من شكل (٣٨) أن نقاط التوزيع تتجمع بشكل واضح حول خط الانحدار مما يعكس قوة العلاقة، كما أن معدل التغير في مساحة البلايا يبلغ ٠,٣ كم^٢، بمعنى أنه كلما زادت مساحة حوض التصريف كيلو متراً مربعاً واحداً فإن هذا يزيد من مساحة البلايا بمقدار ٠,٣ كم^٢ وبهذه الصورة يبدو أثر التصريف ومنطقة التجميع على تكوين مسطحات البلايا وبمساحات تتفاوت من موضع لآخر لاختلاف الوضع المائي الذي تقوم الأودية بتجميعه من المساحات المختلفة في فترات سقوط المطر.

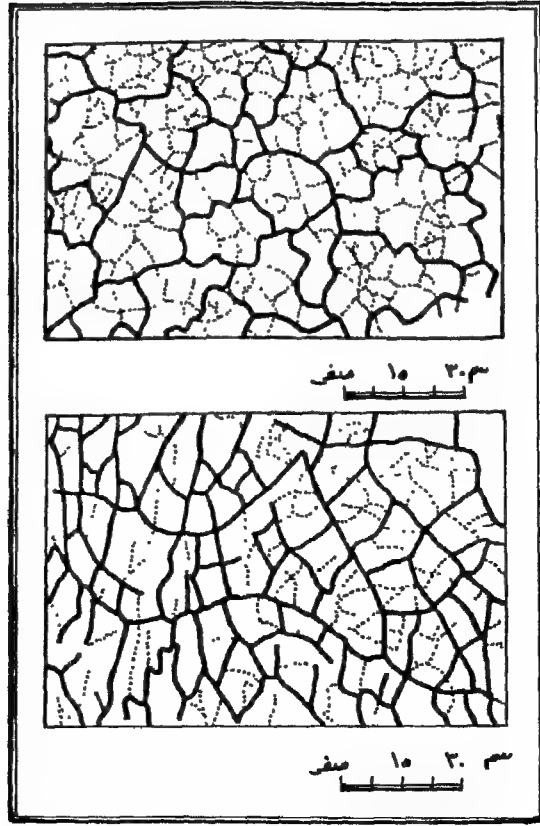
(ج) مورفولوجية أسطح البلايا :

تتسم أسطح البلايا في المنطقة بملامح متباينة، وإن كانت تتفق كلها في أن نوع السطح صلب، ذو قشور جافة، والقشور على هيئة رقائق في معظم البلايا حسب تصنيف نيل وزملاؤه (Neal et al., 1968) ويتميز السطح بوجود ظاهرات عديدة منها الشقوق، والتلال الرسوبية الصغيرة، والنبات الطبيعي، وتقطع السطح.

ظاهرة الشقوق على أسطح البلايا هي عبارة تشققات للمواد الطينية وتحدث عندما يحدث جفاف بسبب شدة التبخر فتتكشف الرواسب وتتشقق على هيئة مضلعات عديدة وغير منتظمة، يتراوح عددها من ٣ - ١٢ ولكن الأغلبية من ٣-٥ أضلاع (حمدان، ١٣٩٦ هـ، ص ١٩). وهناك ميكانيكية معينة تخضع لها نشأة الشقوق في البلايا، حيث أنه بعد فترة الرطوبة وتشبع الرواسب بالمياه تتعرض للجفاف، فتمر بحالة السيولة، والزوجة ثم مرحلة الانكسار للمكونات الصلبة ويكون حجمها قد قل حتى تصل إلى حد الانشقاق بسبب تبخر المياه من الرواسب فتظهر التشققات معتمدة على أحوال داخلية خاصة بالمادة المكونة للرواسب (Cooke & Warren, 1973, pp. 135-136).

ومن الدراسة الميدانية وجد أن الشقوق واضحة في حالتين من جملة عدد البلايا هما بلايا ٤ و ٢ وبقياس اتساع وعمق ٣٥ شق في كل بلايا منها وجد أن الاتساع في الأولى ما بين ١٠,٦ و ٢,٦ سم، وأن المتوسط يبلغ ٦ سم، وفي الثانية يتراوح بين ١,٧ و ١٦ سم ويبلغ متوسط الاتساع ٤,٥ سم. أما العمق فيتراوح في الأولى ٤,٦ - ٢٥,٢ سم بمتوسط قدره ١٠,٨ سم بينما يتراوح في الثانية ٨ - ٤٠ سم وبمتوسط يبلغ ٢١,٧ سم، وتعكس هذه القيم زيادة الاتساع في الأولى وزيادة العمق في الثانية.

وقد تعرف لشنبرج Lachenburch ١٩٦٢ على نظامين شائعين للشقوق هما : نظام متعامد حيث تتلاقى الشقوق بزوايا قائمة مع بعضها، والنظام الثانى نظام غير متعامد وتكون الزوايا منفرجة وتصل ١٢٠° (Ibid , P. 137) . ويمثلها في منطقة الدراسة بلايا رقم ٤ بالحالة الأولى وبلايا رقم ٢ للحالة الثانية كما في شكل (٣٩) ويلاحظ أن المضلعات في بلايا رقم ٤ كثيرة الأضلاع والتي تتراوح بين ٨-١٢ ضلعاً بينما يقل عددها في بلايا رقم ٢ حيث يتراوح عددها بين ٤-٦ أضلاع، وقد يرجع ذلك إلى إختلاف قوام الرواسب فيهما، حيث أنه في الأولى يكون نسيج الرواسب طمي طيني رملي وفي الثانية - وهي بلايا رقم ٢ - يكون نسيج الرواسب طمي طيني كما في جدول (٤٠) ولذا يقل تماسك الأولى ويزداد التماسك في الثانية فتتشقق الأولى بمعدل أكبر ويزيد عدد المضلعات والشقوق. بينما تكون عملية التشقق في الحالة الثانية أقل، فيقل بذلك معها عدد الشقوق.



المصدر: عملات من صبور فوتوغرافيت رأيت من طين

شكل (٣٩) : نظام الشقوق والمضلعات على أسطح
البلايا شرقى منخفض توشكى.

أما عن نمط المضلعات فقد أشار نيل وآخرون (Neal et al., 1968, P. 8) إلى أن هناك ثلاثة أنماط هي النمط العشوائى المنتظم، والنمط الإتجاهى، وبمطابقة شكل (٣٩) بهيئة هذه الأنماط وجد أن الشقوق فى بلايا رقم ٤ هي من النوع العشوائى غير المنتظم، بينما الشقوق فى بلايا رقم ٢ هي من النوع العشوائى المنتظم.

ويلاحظ أن الكتل الرسوبية فيما بين هذه الشقوق إما أن تكون مستقيمة السطح أو مفجرة أو محدبة وحسبما أشار كوك ووارين (Cooke & Warren , 1973, P. 139)، وجد من الدراسة الميدانية أنها مستقيمة الهيئة كلها، ويفسر كوك ووارين إلى أن مثل هذه الشقوق تكونت في طبقة سميكة من الرواسب وخالية من الأملاح والتي قد جفت ببطئ كما في صورة (٧).

ومما يؤكد ذلك هي الإنخفاض النسبي الواضح في نسبة الأملاح الكلية بالبلايا بمنطقة الدراسة كما سبق الذكر، كما أن الرواسب الخشنة نسبياً بالبلايا تمنع التفرع أو التحذب والذي يظهر في ظل وجود رواسب ناعمة، وحيث أن هناك نسبة مرتفعة من الرمل ضمن المركب الحصى بالبلايا فأن هذا ساعد على وجود صفة الأستواء لسطح كتل البلايا الواقعة بين شبكة الشقوق. ويعطينا حمدان (١٩٣٦هـ ، ص ١٩) تفسيراً ثالثاً وهو أنه إذا كانت الرواسب سميكة فإن التشققات تكون عميقة وقد يصل عمقها قرابة نصف المتر ولذا يصعب بذلك تقوسها لأعلى.



صورة (٧) : سطح بلايا رقم (٤) ويلاحظ أن سطح المضلعات أفقى ومستوى، ونظام الشقوق غير متعامد.

وتعتبر ظاهرة التلال المعزولة المظهر الثانى الذى يميز مورفولوجية أسطح البلايا وهى تلال صغيرة تبدو كما لو كانت كومات ولكنها ناتجة عن النحت فى منطقة البلايا، ويظهر هذا الملمح فى بلايا رقم ١ وبلايا رقم ٥، وبقياس أبعاد وانحدار عشرة تلال منها وجد أن طولها يتراوح بين ١,٨٣ و ٨ أمتار، والمتوسط يبلغ ٣,٥٧ متر وهى ضيقة جداً فى الاتساع، أما الارتفاع فيتراوح بين ٠,٤٧ من المتر و ٣,٠٥ متر، ويصل متوسط الارتفاع إلى ١,٣٢ متر. وتتميز هذه التلال بشدة انحدار جوانبها والذى يتراوح بين ١٧° - ٤١° أى بين الانحدار فوق المتوسط والانحدار الشديد جداً، ويصل متوسط درجة الانحدار ٢٨,٥° مما يكسبها صفة الانحدار الشديد وهى تلال مصقولة بفعل التذرية والغسل، ويفصل بين هذه التلال هيئة ممرات تمثل أخاديد نحتتها الرياح فى أسطح البلايا، وإن كان بعض من هذه التلال آخذاً فى التشكيل إلى ظاهرة اليردائج.

وقد ساعد الرياح على ممارسة عمليات النحت خلو البلايا من النبات الطبيعى الكثيف، وقد أشار بلاكويلدر (Blackwelder, 1975, P. 297) إلى أن البلايا فى الصحارى تمثل أحد المواضيع التى تتعرض لعمليات التذرية بفعل الرياح بشكل قوى، كما أن نيل يطلق عليها كدوات التذرية Deflation Buttes (Neal, 1975, P. 385).

أما ظاهرات الإرساب فوق أسطح البلايا فنجد كومات رملية وكثبان رملية طولية. فالكومات الرملية ترصع سطح بلايا رقم ٥ وإن كانت قليلة ومبعثرة ومنخفضة جداً فى الارتفاع حيث تتصيدها بعض النباتات الصحراوية، وتوجد أيضاً الكومات الرملية فى بلايا رقم ٢ حيث أنها غنية نسبياً بالنبات الطبيعى. أما الكثبان الرملية الطولية فنجد أن هناك نمو لإحدى الحافات الرملية على السفح الجنوبى لإحدى الحافات الجبلية وقد امتدت هذه الحافة الرملية فوق مسطح البلايا رقم ٢.

ويمثل النبات الطبيعى أحد الملامح الطبيعية المميزة لأسطح البلايا وقد لوحظ أن بلايا رقم ٢ هى أكثر غنى فى النبات من البلايا الأخرى وإن كانت كلها نباتات قصيرة ومتباعدة، كما يوجد فى بلايا ٤ النبات بقلة، ونادراً ما يوجد النبات فى بلايا رقم ٥ وقد وجد الباحث أن بعض هذه النباتات فى حالة جافة وأخرى مازالت فى مرحلة النمو مما يعكس حصول المنطقة على كمية من الأمطار فى شتاء العام

الماضى (١٩٩٦) وربيع هذا العام (١٩٩٧) وتدققت المياه إلى أسطح البلايا فعملت على نمو مثل هذه النباتات، كما أنها تمثل المواضيع الوحيدة والظواهرات الجيومورفولوجية الفردية التى ينمو بها النبات بمنطقة شرقى منخفض توشكى.

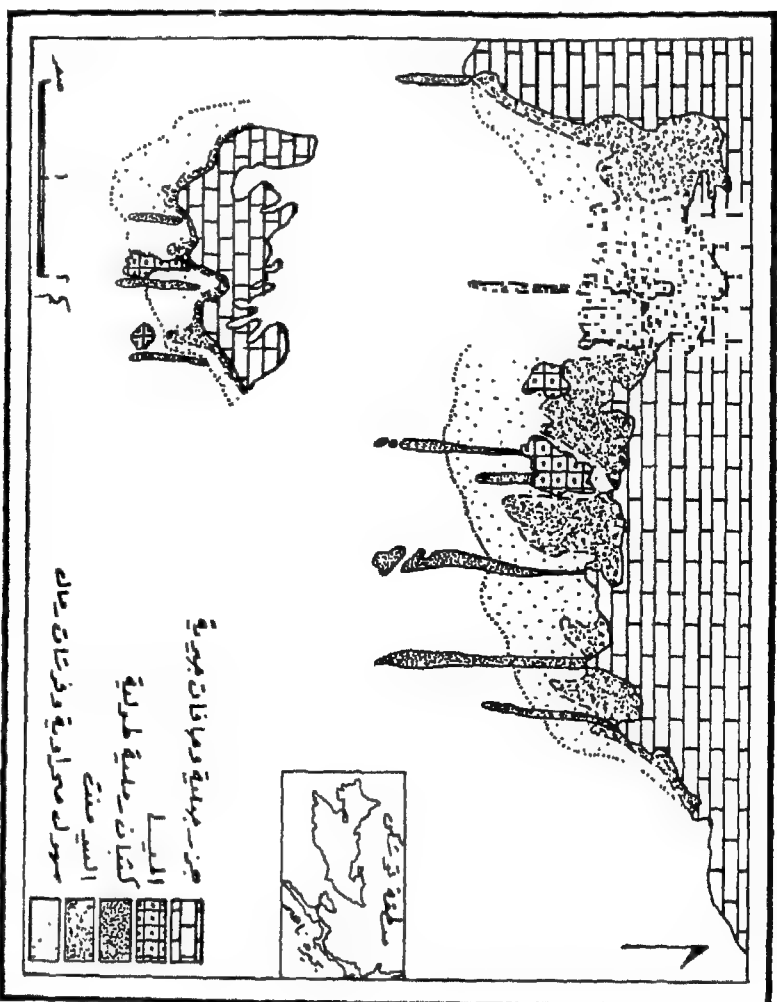
(٣) الكثبان والحافات الرملية :

تمثل الكثبان الرملية أحد الملامح الجيومورفولوجية الناتجة عن الإرساب الهوائى، وهى كثبان رملية طويلة تبدو فى شكل حافات رملية طويلة تمتد غالباً بمحور شمالى جنوبى مرتبطة بأحد العوائق الطبيعية خاصة الحافات الجبلية أو السفوح المحددة لمنطقة الدراسة خاصة السفوح الشمالية.

ويبلغ متوسط طول هذا النوع من الكثبان ٧٥٤ متراً لعدد ٢٥ حالة تم قياسها من الصور الجوية مقياس ١ / ٥٠٠٠٠ ،والذى يتراوح ما بين ٢٢٥ متراً كأقل امتداد وبين ١٩٥٠ متراً كأقصى امتداد طولى لهذه الكثبان أما اتساعها فيتراوح بين ٣٦ متراً وبين ١٨٣ متراً، ويصل المتوسط ٩٨ متراً أى أن الاتساع ضيق جداً بحيث لايزيد معدله عن ٢٤٪ من مقدار الطول، ويلاحظ أن اتجاهات الكثبان الرملية الطولية من الشمال إلى الجنوب ترتبط أساساً باتجاه الرياح. وبقياس محاور اتجاهاتها من الصور الجوية وجد أنه يتراوح بين ١٨,٥° شرقاً وبين ٣,٥° غرباً كما فى شكل (٤٠)، وهى فى ذلك ترتبط بالتكرار العالى للقيمة لمعدلات هبوب الرياح من هذه الاتجاهات كما فى شكل (٣٦).

وبقياس أربعة حالات ميدانية بمنطقة الدراسة وجد أن انحدار جوانبها بين ١٦° وبين ٢٥° أى بين الانحدار المعتدل والانحدار الشديد، ووصل ارتفاع هذه الكثبان الطولية بين ٢,٥٤ متر وبين ١٨,٨ متراً بمتوسط عام ٩,٩ متر.

وبتحليل عينتين لكثيبين من الكثبان الرملية فى منتصف منطقة شرقى منخفض توشكى وجد أن متوسط حجم الحبيبات فيهما ϕ ٢,١٨ ، ϕ ١,٩٢ ، فالأولى رواسبها رمل ناعم والثانية رمل متوسط، وهى رواسب متوسطة التصنيف حيث بلغ معامل التصنيف بين ٠,٥ - ١ (إمبابى وعاشور، ١٩٨٥، ص ٩).



الصور : تم رسمها من الصور الجوية ١٦٥/٣٣ و ١٦٩/٣٤٢ مقياس ١ : ٥٠.٠٠٠ .
شكل (٤٠) : تأثير العرائق الطبيعية على تكوين الكثبان الطولية في وسط منخفض توشكي.

وهناك عدة عوامل ساعدت على نشأة مثل هذا الملمح الجيومورفولوجى منها شكل السطح، حيث أن الحافة الشمالية فى جزئها الشمالى والشمالى الغربى تهبط منهما الرياح الشمالية وهى محملة بالرمال إلى منطقة منخفضة وسرعان ما تشكل مظهر الكثبان الرملية الطولية كمظهر إرسابى فيما وراء الحافة، والعامل الثانى هو شكل واتجاه التضاريس، حيث توجد حافات جبلية فى وسط المنطقة تتجه بمحاور شرقية - غربية، أى أنها تتعامد مع اتجاه الرياح فتشكل عائقاً للرياح فتتميل بذلك نحو الإرساب فتتشكل مجموعة كثبان رملية طولية تتحدر على السفوح الجنوبية لهذه الكتل وتمتد بالاتجاه الجنوبى فوق أسطح السهول الصحراوية. والعامل الثالث هو وفرة الرواسب وخلو المنطقة من النبات الطبيعى، حيث توجد رواسب مفككة تتمثل فى اسطح الأرصفة الصحراوية أو السهول وأشباه السهول والتلال وغيرها من المظاهر التى توجد فوقها رواسب ناعمة مفككة، ونظراً لخلو السطح من النبات الطبيعى فإن هذه الظاهرات تعتبر معيناً تتزود منه الرياح بالرواسب التى تشكل بها هذا المظهر الصحراوى.

ويبدو لنا مظهر بعض هذه الكثبان الرملية الطولية فى هيئة متقطعة فى الأطراف الجنوبية، ومنخفضة بوضوح، مما يدل على اتجاه هذه الحافات للهجرة نحو الجنوب تدريجياً.

* * *

الفصل الخامس

الجيومورفولوجيا وإمكانات التنمية شرقي منخفض توشكى

الجيومورفولوجيا وإمكانات التنمية

شرقى منخفض توشكى

أولاً: الخصائص الجغرافية للمنطقة :¹⁷

تتميز منطقة شرقي منخفض توشكى بعدة خصائص جيومورفولوجية وخصائص جغرافية عامة تجعلها تأخذ أولويات فى إطار عمليات التنمية فى منطقة جنوب الوادى والتي تتجه لها أنظار الدولة وأصبحت محط الاهتمام بعمليات التنمية، وتتمثل فى الأتى :

أ - . خلو المنطقة من الكثبان الرملية حيث أن النطاق الواقع شرق منخفض توشكى حتى حافة سن الكداب شمالاً نجده يقع بعيداً عن مسارات الكثبان الرملية الطولية القادمة من الشمال إلى الجنوب والتي يكثر وجودها فى منخفض الخارجة ووسط منخفض توشكى وامتدادها جنوباً إلى باقى أجزاء منخفض توشكى فى الجزء الجنوبي الغربى، هذه الخاصية تجعل التنمية العمرانية والمزارع والطرق المقترح إنشاؤها بالمنطقة بعيدة عن المشكلات الناجمة عن هجوم الكثبان الرملية، فتقل معها المشكلات البيئية المرتبطة بتنمية المناطق الصحراوية الجافة وإدارتها، مما يعطى هذه المنطقة ميزة طبيعية مقارنة بباقى منطقة توشكى من جهة وجنوب الواحات الخارجة من جهة أخرى مما يضعها فى موقع افضل للتنمية فى إطار الاستراتيجية العامة التى تنتهجها الدولة لتنمية جنوب مصر.

ب - تضم المنطقة مساحات كبيرة من الأراضي والتربة الصالحة للزراعة - وستأتى دراستها التفصيلية فيما بعد - والتي تبدو فى شكل مساحات كبيرة شبة متصلة مما يساعد على التنمية الزراعية خاصة بالمنطقة، سواء فى صورة مزارع صغيرة وقرى تعمير تشبه تلك التى استحدثت بباقى واحات الصحراء الغربية وهوامشها، او فى صورة مزارع واسعة تطبق فيها كافة التكنولوجيا

الزراعية المتطورة من نظم رى وشبكات طرق دون عقبات فى الإتصال المكانى بين أجزاء المنطقة.

ج - الثبات النسبى للبنية وللصخور الواقعة تحت التربة مما لا يشكل خطراً على عمليات هبوط التربة حيث ترتبط الاخطار دائما بعمليات التحجير و حفر المناجم لاستخراج المعادن، وعمليات سحب المياه الجوفية والتي ينتج عنها كلها عمليات هبوط للتربة وكلها تختفى من المنطقة.

د - تختفى مشكلات الانهيار الأرضى للكتل الصخرية بالمنطقة والتي تمثل خطراً على المباني وشبكات الطرق إلا فى هوامش محدودة وبعيدة نسبياً عن العمران والطرق وعن مناطق التنمية الزراعية المخطط لها

هـ - أن مشكلات السيول قليلة الحدوث - بل نادرة - مما يجنب المراكز العمرانية المخطط لها والأراضى التى ستزرع من المخاطر الناجمة عن السيول الجارفة.

و - القرب المكانى النسبى من المورد المائى، حيث تمثل منطقة الدراسة أولى المناطق القابلة للزراعة والتي رسم فيها خط مسار ترعة جنوب الوادى بعد خروجها من المناطق الصخرية التى تصرف أوديتها نحو بحيرة ناصر، وهذا يمثل عاملاً أساسياً فى تأمين مصادر المياه اللازمة للتنمية الزراعية، ويقلل من تكاليف المياه فى العملية الزراعية.

ز - سهولة الاتصال لنقل المنتجات وحركة التبادل بينها وبين وادى النيل وبالتالي سهولة الاتصال بالأسواق خارج الإقليم لتصريف المنتجات وذلك بعد اكتمال شبكة الطرق المخطط لإنشائها.

ثانياً : التربة والزراعة :

تعتبر التربة نتاج كل من العامل الجيولوجى والطبوغرافى والمناخى بشكل أساسى فى منطقة الدراسة، وتوجد أنواع متعددة للتربة بالمنطقة ويرتبط كل نوع منها فى الغالب بأشكال جيومورفولوجية، ويتضح ذلك من مقارنة خريطة التربة والجيومورفولوجيا.

فالسهول وأشباه السهول توجد بها الأراضي الطميية والطينية الرملية، وقطاع التربة عميق، كما أن معظم سهول البهادا يوجد بها تربة طميية طينية او طميية رملية وإن كانت عميقة إلى متوسطة العمق في القطاع، كما تتخلل التلال المعزولة وبعض المرتفعات والتي تقع في نطاق السهول واشباه السهول بعض من أنواع الأراضي الطميية والطينية الرملية العميقة، وتغطي بعض المناطق التلية كما أن تربيات المراوح الفيضية في معظمها طميية إلى طينية رملية، بالإضافة إلى تربة البلايا.

وتتنوع التربة حسب تنوع الصخر والعمليات الجيومورفولوجية التي كونتها من تجوية ونحت للتربة المحالية وإرساب للتربة المنقولة، ولهذا يوجد بالمنطقة خمسة أنواع رئيسية هي^(١):

(أ) الأراضي الطميية الطينية، وتبلغ مساحتها ٠,٦٥٧ مليون فدان، وهي أكثر الأنواع سيادة بالمنطقة حيث تمثل ٦٩,٨٪ من المساحة الكلية، كما في شكل (٤١) وهي أراضي صالحة جداً للاستزراع حيث تتميز باستواء السطح والتربة عميقة ويقل محتواها من الجبس، ورغم ارتفاع الملوحة نسبياً إلا أنه يسهل التخلص منها لجودة نفاذيتها للماء وتعود بها جميع المحاصيل الزراعية والتي تتناسب مع ظروف المناخ (معهد بحوث الأراضي والمياه والبيئة، ١٩٩٧، ص ٩٦).

(ب) الأراضي الطميية الطينية الرملية، حيث يتداخل النوعان، ومساحتها ٠,١٣ مليون فدان، وتشغل ١٣,٩٪ من جملة مساحة المنطقة كما في جدول (٤١) وهي تعتبر من الأراضي الصالحة جداً للاستزراع أيضاً مثل النوع السابق.

(ج) أراضي طميية إلى طينية رملية، إلى طميية رملية وتبلغ مساحتها ٠,٠٢٤ مليون فدان وهي تمثل ٢,٦٪ من جملة مساحة منطقة الدراسة، وهذه الأراضي صالحة للاستزراع وتتميز باستواء السطح والتربة عميقة وغالبيتها غير خصوية وتصلح لزراعة غالبية المحصول (المرجع السابق، ص ٩٧).

(١) الرق والعمق وصغات الإعدار مأخوذة عن معهد بحوث الأراضي والمياه والبيئة، ١٩٩٧ والمساحات من حساب الحث

جدول (٤١) أنواع التربة ومساحاتها شرقى منخفض توشكى

م	نوع التربة	المساحة كم ^٢	المساحة بالفدان	نسبتها % إلى جملة المساحة
١	طميية إلى طميية رمالية، رمالية إلى طميية رمالية	١٠٣,٦٨	٢٤٦٧٥	٢,٦
٢	طميية طينية أو طميية رمالية	٥٤٩,٧٦	١٣٠,٨٤٣	١٣,٩
٣	طميية طينية رمالية	٤٨	١١٤٢٤	١,٢٠
٤	طميية طينية	٢٧٦٤,١٦	٦٥٧٨٧٠	٦٩,٨
٥	طميية رمالية إلى طميية طينية حصوية	٢٢٩,١٢	٥٤٥٣١	٥,٨
٦	تلال ومرتفعات حجرية	٢٦٥,٦	٦٣٢١٢	٦,٧
جملة المساحة القابلة للاستزراع			٨٧٩٣٤٣	١٠٠%

* الأنواع عن معهد بحوث الأراضي والمياه والبيئة (١٩٩٧) والمساحات من قياس الباحث من خريطة حصر الأراضي وتصنيف التربة لمنطقة جنوب الوادى.

(د) الأراضي الطميية الطينية الرملية، وتبلغ مساحتها ٠,٠١١ مليون فدان، وتمثل ١,٢% من جملة المساحة الكلية لمنطقة الدراسة، وهى أراضى خفيفة الانحدار، وصالحة للاستزراع مثل النوع السابق .

(هـ) الأراضي الطميية الرملية إلى الطميية الطينية الحصوية، ومساحتها ٠,٠٥٥ مليون فدان تقريبا وتشغل ٥,٨% من منطقة الدراسة وهذه المجموعة من انواع التربة هى متوسطة الصلاحية للاستزراع، وغالبيتها شبه مستوية وإن كان بعض منها متوسط التموج وتحتاج إلى تسوية، وبعض منها ذو طبقات تحتية صلبة ولذا فإنها تصلح لزراعة المحاصيل التى توجد فى التربة الرملية.

(و) التربة الحجرية، وتتمثل فى أسطح التلال والكويستات والحافات الجبلية التى تنتشر بمنطقة الدراسة فى الوسط وعلى هوامش المنطقة، وهى تشغل مساحة صغيرة لاتزيد عن ٦,٧% من مساحة منطقة الدراسة والتى يمكن ان تستخدم لأغراض أخرى غير الزراعة كسياحة الجبال أو غيرها وهى تشغل مسطحات مناطق البيدمنت وبعض أجزاء الحافات الجبلية والجبال المنفردة والتلال المعزولة.

المشكلات المتوقعة للتربة :

تتعرض التربات التي تستثمر زراعياً فى البيئات الصحراوية الجافة غالباً لمشكلات النحت والتعرية والتي تختلف معدلاتها من مكان لآخر، وتنتج عمليات النحت إما بفعل الرياح أو بفعل جريان المياه الذى يحدث من فترة لأخرى. ولما كانت القيمة الحرجة لدرجة الانحدار والتي عندها تبدأ عمليات نحت التربة تبلغ ٥٢,٨ (Cooke & Doornkamp, 1974, P. 361) لذا فإن كل أنواع التربة بالمنطقة لن تتعرض لمثل هذه المشكلات حيث أنها شبه مستوية الانحدار حسبما ورد فى تقرير معهد بحوث الأراضى والمياه والبيئة، فيما عدا النوع الخامس وهو الأراضى الطميية الرملية إلى الطميية الطينية الحصوية وهى تتنوع ما بين شبه المستوية إلى متوسطة التمعج، والتي تكون نسبة انحدارها ٢ - ٥ ٪ وهو أعلى من القيمة الحرجة مما يعرض هذا النوع من التربة لمشكلات النحت، ومع ذلك فإن نسبة هذا النوع من التربة لا تزيد عن ٦,٢ ٪ فقط من جملة الأراضى الصالحة للاستزراع مما يعكس أن تربة المنطقة لن تتعرض لمشكلات نحت إلا فى حدود ضيقة جداً.

أما عمليات نحت الأودية والجريان السطحى للتربة بالمنطقة فهى عمليات بطيئة نظراً لقلّة إنحدار السطح من جهة، وأن عمليات نحت الأودية إذا وجدت - وهى بطيئة بشكل واضح نظراً لاستواء معظم السطح - فإنها لا تظهر إلا فى ٦٣,٢ ٪ فقط من مساحة منطقة شرقى منخفض توشكى وهى المساحة التى تنتشر فيها الأودية الصحراوية الجافة والتي تتميز بالضحالة وقلّة العمق، حيث تختفى شبكات الأودية الصحراوية الجافة من الجزء الشرقى للمنطقة تماماً وذلك من مساحة بلغت ١٤٥٦ كم ٢ كما فى شكل (٣٤) أى أن ٣٧ ٪ من مساحة المنطقة تخلو تماماً من أى تأثير للنحت الفيضى أو لإرساب الأودية بحمولتها على الأراضى الزراعية، وبهذا يبدو لنا قلّة الأخطار البيئية التى يمكن ان تتعرض لها المنطقة فى المستقبل بعد حدوث عمليات التنمية، خاصة إذا عرفنا أن من أحد العوامل التى تقلل من نحت التربة هو قلّة الانحدار (Verstappen, 1983, P. 349) وهذا العامل هو من سمات منطقة الدراسة فالغالبية العظمى من أراضى المنطقة شبه مستوية الانحدار

ولا يوجد إلا نوعاً واحداً من التربة متوسطة التموج وذات إنحدار متوسط (معهد بحوث الأراضي والمياه والبيئة، ١٩٩٧، ص ص ٤٣ - ٤٥) مما يقلل من عمليات نحت التربة إلى أدنى حد ممكن.

أما عن أنواع المحاصيل التي تتناسب مع ظروف المناخ والمركب الطبيعي لمنطقة الدراسة فيمكن زراعة المحاصيل التي تتناسب مع ظروف المنطقة، حيث قد يناسبها زراعة البن أو الشاي، ويمكن زراعة الكاكاو والأناناس وجوز الهند ونخيل الزيت (إسماعيل، ١٩٦٨، ص ٩٣) ويمكن إدخال الحاصلات النقدية الأخرى ضمن المحاصيل الزراعية مثل القمح، أو الأشجار المعمرة التي تناسبها هذه الظروف وطبيعة التربة، ويمكن أن تتضمن أيضاً محاصيل الأعلاف والمراعى التجارية، بالإضافة إلى النباتات الطبية والخضروات الشتوية مثل البطاطس وبنجر السكر. (مجلس الوزراء، ١٩٩٧، ص ٦٢).

وللتغلب على بعض المشكلات التي قد تظهر - ولو بدرجة محدودة - بسبب زحف الرمال على الأراضي التي ستررع يمكن عمل سياج من الأشجار. وقد أشار كرو (Crow, 1979, P. 130) إلى أهمية الأحزمة الواقية أو السياج الشجري المحيط بالمزرعة والتي تعمل على صيانة التربة وتحسينها أيضاً بما تضيفه من مواد مخصصة للتربة، وزيادة نسبة الأكسجين، ويمكن اعتبارها مصدراً لإنتاج الأخشاب والغذاء أيضاً، وتحسين المنظر البيئي.

ثالثاً : الجيومورفولوجيا وإنشاء الطرق :

يتميز سطح المنطقة بالإستواء بشكل عام خاصة في مناطق السهول وأشباه السهول مما يساعد على مد شبكة الطرق، ويشير إلى ذلك فرستابين (Verstappen, 1983, PP. 180 - 181) والذي ذكر بأن الطرق في الأراضي المسطحة والمستوية تعطينا دائماً طرقاً مستقيمة ولكنها تتحرف في حالة وجود الأودية أو الشقوق أو البحيرات، وبشكل عام فهي طرق قصيرة، كما يؤثر عامل خشونة السطح وكثافة التصريف، حيث يمثلان معيارين للتقييم العام لمشكلات التضاريس في تخطيط

مواقع الطرق. ولما كان جزء كبير من المنطقة يقع إلى الشرق ويخلو من شبكات التصريف كما فى شكل (٣٤) بينما المناطق الأخرى تتوزع بها شبكات الأودية، وهى قصيرة وضحلة لذا فإن الظروف الطبيعية من حيث شكل السطح تناسب مد الطرق نظراً لاختفاء الأودية ومشكلاتها من ٣٧٪ من مساحة المنطقة كما سبق الذكر بالإضافة إلى أن الأودية فى باقى المنطقة معظمها قليل الخطورة، وكل هذا سيققل من التأثير السلبى لشبكات التصريف على مد الطرق وتقليل تكاليف عمليات الإنشاء.

جدول (٤٢) : أثر الظاهرات الجيومورفولوجية وخصائصها فى مد الطرق البرية فى شرقى منخفض توشكى.

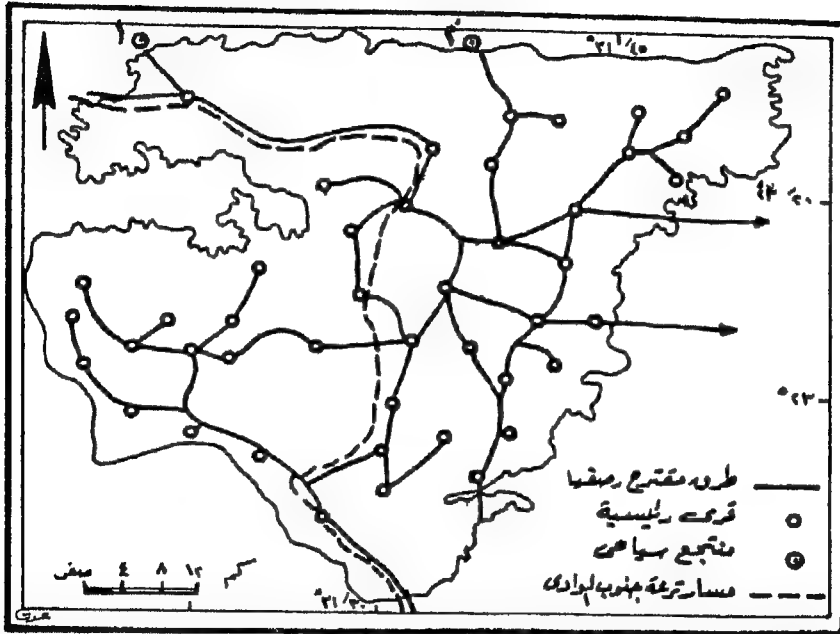
م	الظاهرة الجيومورفولوجية	مدى الانحدار بالدرجة	متوسط الانحدار بالدرجة	صفة الانحدار	درجة الصلاحية حسب القيمة الحرجة
١	الميسا	٢٦ - ٢,٣	١٠,٨	معتدل	غير صالحة
٢	الحافات الجبلية	٩ - ٥	٦	متوسط	غير صالحة
٣	التلال المعزولة	٥٠,٥ - ٢,٥	١٦,١	معتدل	غير صالحة
٤	الجزر الجبلية	١٠ - ٩	٩,٩	متوسط	غير صالحة
٥	ظهر الكويستا	٩,٥ - ٢,٣	٨,٧	متوسط	غير صالحة
٦	البيدمنت	٩,٥ - ٢,٣	٥,٩	متوسط	غير صالحة
٧	البهادا	٢ - ٠,٤	١,٣	خفيف جداً	صالحة
٨	الأرصفة الصحراوية	٤,٥ - ٠,٥	١,٩	خفيف جداً	صالحة
٩	المرالوح الفيضية	٢ - ٠,٥	٠,٦٣	شبه مستوى	صالحة
١٠	أشباه السهول	١,١ - ٠,٣	٠,٧	شبه مستوى	صالحة
١١	السهول	٢,١ - ٠,٥	٠,٥٢	شبه مستوى	صالحة
١٢	البلايا	٢,٣ - ٠,٤	٠,٩	شبه مستوى	صالحة

* المصدر : قيم الدرجات من حساب الباحث، ودرجة الصلاحية عن (Cooke & Dornkamp, 1974)

رابعاً : خصائص التربة وإنشاء الطرق :

نقل نسبة المادة العضوية في التربة نتيجة لقلة النبات الطبيعي بالمنطقة، وحيث أن التربات العضوية لا تناسب عمليات التأسيس وإنشاء الطرق (Verstappen, 1983, P. 198) لذا فإن مادة التربة بمنطقة الدراسة تصلح بدرجة جيدة كمادة إنشاء للطريق، وقد أشار فرستابين (Ibid.) أيضاً بأن التربة الرقيقة السمك والتي تكون مرتكزة على الصخر الأصلي الذي يتميز بالصلابة تعتبر ممتازة في إنشاء الطرق. ومن خلال مجموعات أنواع التربة وخصائص عمق التربة نجد أن معظم الأنواع صالحة لمد الطرق. فمن بين ٢٦ نوعاً رئيسياً وثانوياً من أنواع التربة بالمنطقة نجد ٢٤ نوعاً (حسب تقسيم معهد بحوث الأراضي والمياه والبيئة) تربتها عميقة وترتكز فوق طبقات صخرية في حين نجد نوعين فقط تكون التربة فيهما متوسطة العمق ويتراوح بين ٥٠ - ١٠٠ سم وهي التربة الرملية الحصوية (المصدر السابق، ص ٤٣ - ٤٥) ولذا فهي تربات تناسب عمليات الإنشاء وبناء الطرق والتي يمكن أن تربط بين أجزاء المنطقة كما في شكل (٤٢).

وقياساً على درجات الانحدار الحرجة التي تحدد أقصى درجة انحدار يمكن معها إنشاء الطرق الرئيسية وهي ٥٢,٣° حسب تقييم كوك ودور نكامب (Cooke & Domkamp, 1974, P. 361) وجدول (٤٢) وجد أن ست ظاهرات جيومورفولوجية لا تتناسب مع هذه القيمة بينما باقى الظاهرات الأخرى درجات انحدارها أقل من القيمة الحرجة وتتمثل في سهول البهادا والمراوح الفيضية والسهول وأشباه السهول والبلايا والأرصفة الصحراوية وكلها تشكل ٩١,٦٤% من جملة مساحة منطقة شرقي منخفض توشكى مما يسهل مد الطرق الرئيسية والفرعية بالمنطقة. ويلاحظ أن حافات الجبال تصبح مناسبة إذا تم تطويرها وتمهيداً بشكل مكثف لأنها عبارة عن صخور حادة الانحدار وتحديث بها دائماً عمليات نحت وتراجع وانهيال للصخور (Ollier, 1978, P. 300).



المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على الخرائط الجيومورفولوجية وأنواع التربة والكنتمورية

شكل (٤٢) : المظاهر الجيومورفولوجية وإمكانات التنمية شرقى منخفض توشكى.

وعامة فإنه أثناء عملية إنشاء الطريق يعدل كثيراً من الانحدارات وبالتالي يسهل مد الطرق لخدمة المنطقة. ويمكن الاستفادة من ناتج الحفر لترعة جنوب الوادى فى إنشاء طريق مرصوف موازى لمسار الترعة ويصل بين وادى النيل والوادى الجديد عبر الجزء الشرقى لمنخفض توشكى ويمر إلى الجنوب من بئر دنيجل ويمكن استخدام الطريق لخدمة سياحة السفارى وسياحة الجبال. فهناك سياحة الآثار فى الواحات الخارجة وسياحة آثار أيضاً فى منطقة أبوسمبل وتتنظم الرحلات الآن فيما بينهما عبر درب الأربعين وبالتالي فإن الطريق الجديد يختصر المسافة من جهة وسيوجد منتجعاً سياحياً فى الحافة الجنوبية لهضبة سن الكداب فى منطقة دنقل أو دنيجل من جهة أخرى كما فى شكل (٤٢) وذلك على سبيل الاقتراح، واختيار أحد المواقع المقترحة بحيث يستفيد هذا المنتجع من المياه المارة فى ترعة جنوب الوادى ويؤمن الحافة للتزود بالمياه فى مثل هذه الأسفار الصحراوية الطويلة وبذلك يصبح هناك جذباً سياحياً للمنطقة مع مد شبكات الكهرباء للمنطقة أيضاً.

ومن شكل (٤٢) يتضح لنا أنه يمكن تغطية منطقة الدراسة بشبكة من الطرق رصوفة والتي يساعد على إنشائها وفرة المواد اللازمة لرصف الطرق من جهة للاءمة الظروف التضاريسية من جهة أخرى، على أن تتخذ هذه الطرق محاور حاعية من الجنوب إلى الشمال والشمال الشرقي والشمال الغربي ويربط بينها يق رئيسى يمتد من الغرب إلى الشرق ويمتد حتى يتصل بطريق أبوسمبل - وان، ومن هنا يوجد الاتصال المكاني بين القرى الرئيسية التى سوف يتم إنشاؤها ، جهة وبين المزارع وبعضها من جهة أخرى، كما تعمل شبكة الطرق المقترحة ه على ربط المنطقة - بعد أن تصبح من مناطق الإنتاج الزراعى - بوادى النيل بكة طرق عالية الكفاءة، وفى نفس الوقت أيضاً يمتد الطريق الموازى لمسار رعة ليصل بين أبوسمبل وبين المنتجع السياحى سواء رقم (١) أو البديل له ممثلاً ، رقم (٢) كما فى شكل (٤٢) وتعمل هذه الطرق على ربط الواحات الخارجة بوان مباشرة دون المرور بأبوسمبل إذا لزم ذلك.

مساراً : الطبوغرافيا ومسار ترعة جنوب الوادى :

تبلغ المسافة بين محطة رفع المياه للترعة وموقع الأراضى التى ستزرع منطقة الدراسة ٢٦٠ كم تقريباً، أى على بعد ٢٠ كم تقريباً إلى الشمال والشمال ربرى من طريق أسوان - حلفاء، وتستمر القناة بالاتجاه شمالاً بحيث يتوافق مسارها ، مناسب الأرض فيما بين ١٨٠ و ٢١٠ متراً، حيث يتوافق مسارها مع مناسب أرض فيما بين ١٨٠ و ٢١٠ متراً، حيث يتم إنشاء القناة بين منسوبى ١٩٠ - ٢٠ متر لتقليل الحفر والردم (دهب، ١٩٩٧، ص ١٠١).

ويلاحظ أن مسار الترعة يمر بالأراضى الصالحة للزراعة بمنطقة الدراسة، مر بمناطق مستوية وشبه مستوية مما يقلل من تكاليف الحفر، وهناك لسان جبلى عر يفصل بين المنطقة فى شمالها الغربى وبين منخفض الخارجة عرضه حوالى ٦ كم ستمر به القناة المائية وبعدها يصبح المجرى فى قاع منخفض الخارجة فى ضلع يقع إلى الجنوب الشرقى من باريس - وذلك فى حالة ما إذا كان التخطيط لها دف لتوصيل المياه إلى منخفض الخارجة وإلى الجنوب الشرقى من باريس.

ويعتبر مسار الترعة فى اتجاهها الى واحة باريس كما هو موضح فى شكل (٤٢) هو أفضل مسار بالمتطور الجغرافى نظراً لتجنب الكثبان الرملية الواقعة فيما بين منخفض توشكى ومنخفض الخارجة وهو أقصر طولاً وأقل تكلفة وأكثر أماناً من حيث المخاطر البيئية التى تهدد أى مشروع رى سطحى بالمنطقة، ويقع المسار الذى اقترحه الباحث بين خطى كنتور ١٦٠ - ١٨٠ متراً ويمكن تحديد هذا المسار فى مستوى أعلى من الأجزاء المحيطة به على طول امتداده بحيث يسهل توزيع المياه فى فروع الترعة شرقاً وغرباً دون اللجوء إلى تأسيس محطات أخرى للمياه عند مداخل الفروع والترع الثانوية.

سادساً : المياه كمحدد لتنمية المنطقة :

تشير الدراسات الهيدرولوجية بأن القناة الناقلة للمياه من محطات الطلمبات شمال خور توشكى حتى باريس بالخارجة تصرفها سيكون ٢٥ مليون م^٣ / يومياً فى فصل الصيف، ٨ مليون م^٣ / يومياً فى فصل الشتاء (مجلس الوزراء، ١٩٩٧، ص ٦٢) أى أنها ستنتقل ٤,٥ مليار م^٣. وبهذا تبدو الكمية الكبيرة الموجهة إلى الواحات الخارجة والتي لم يدخل فى الحساب معها الكمية التى سوف تروى منطقة شرق توشكى - وهى المنطقة الواقعة شرقى منخفض توشكى والتي تتمتع بمميزات تضعها فى أولويات العناية بالتنمية المائية والزراعية كما سبق الذكر.

فلذا بدأنا بمتطلبات الرى فى منطقة الدراسة نجد أنه قياساً على ما ذكره دهب (١٩٧٧، ص ١٠٤) من أن المرحلة الأولى للتنمية الزراعية سوف تحتاج إلى ٥ مليارات م^٣ من المياه لرى نصف مليون فدان، وأن منطقة شرقى منخفض توشكى تدخل ضمن إطار التنمية الشاملة فى منطقة جنوب الوادى وتبلغ جملة المساحة القابلة للزراعة بها ٠,٨٧ مليون فدان لذا فإن المنطقة ستحتاج طبقاً لذلك ٨,٧ مليار م^٣ / السنة لعملية الرى.

ويشير دهب (١٩٧٧) إلى أن تدبير المياه يمكن أن يتم عن طريق توفير فائض مياه الصرف بمقدار ٢,٥ مليار م^٣، ويتم توفير أيضاً ٢,٤ مليار م^٣ من ترشيد الزراعات بوادى النيل وإدخال الطرق الحديثة للرى بالرش والتتقيط بها، ومعنى هذا أن جملة حجم المياه التى سيتم تدبيرها تبلغ ٤,٩ مليار م^٣ والتي تكفى لرى نصف مليون فدان فى الحالة الأولى بالمنطقة بعد عمل اللازم من ترشيد وتوفير.

وقياساً على المقنن المائى للأراضى فى الوادى الجديد حيث وجد أن متوسط احتياج الفدان هناك من المياه قد بلغ ٢٥ م^٣ / يومياً (التركمانى، ١٩٨١، ص ص ١٩٩ - ٢٠١) أى ٩١٢٥ م^٣ / السنة - وأن كمية المياه التى سيتم تدبيرها لرى الأراضى عن طريق ترعة جنوب الوادى تبلغ ٤,٩ مليار م^٣، لذا فإن المياه تكفى لرى حوالى ٠,٥٤ مليون فدان فقط بناءً على هذه القيمة وإن كانت ستقل المساحة المرورية عن ذلك نظراً لزيادة الفاقد بسبب ارتفاع الحرارة خاصة فى فصل الصيف، أى أنها ستعمل على التوسع الزراعى شرقى منخفض توشكى.

وفى حالة تطبيق طرق الرى بالرش العادى فإنه ستبلغ تكلفة الرى ٣,٣ مرة قدر الرى بالغمر، وتزيد فى حالة الرى بالرش الأوتوماتيكى إلى ٩,٧ مرة قدر تكاليف الرى بالغمر، وترفع التكاليف بدرجة أكبر وبشكل واضح فى حالة الرى بالتنقيط لتصل إلى ١٣,٤ مرة قدر تكاليف الرى بالغمر (المرجع السابق، ص ٢٩٤) هذا من جانب التكلفة الاقتصادية النسبية والتى تتغير قيمتها بتغير الأسعار بمرور الزمن.

وإذا تم تطبيق الطرق الحديثة فى عمليات الرى فإن احتياج الفدان من المياه فى حالة الرى بالرش ستصل إلى ١٠٠٠٠ م^٣ / السنة^(١) قياساً على المناطق الشبيهة فى شرق العوينات وهى كمية تبدو كبيرة عن السابقة حيث تزداد عمليات التبخر، وإن كانت هذه الطريقة تقلل من الفاقد ما بين مصدر المياه (الترع والمساقى) وبين ما يصل للنبات المزروع بالفعل. ومن خلال هذا المقنن المائى يمكن زراعة ٠,٤٩ مليون فدان. كما أن احتياج الفدان من المياه إذا طبق نظام الرى بالتنقيط يصل ٥٠٠٠ م^٣ / السنة ولهذا يمكن رى مساحة من الأرض تبلغ ضعف هذه المساحة حيث تكفى المياه - وبإذن الله - لرى كل المساحات الزراعية بمنطقة الدراسة، وتتبقى كميات أخرى من المياه تمكن من زراعة مساحات أخرى سواء جنوب باريس بالوحدات الخارجة، أو فى المنطقة المحيطة بطريق أسوان - أبو سمبل.

(١) احتياج الفدان من المياه بالرش والتنقيط هى بيانات مأخوذة بالاتصال الشخصى بالهيئة العامة لمشروعات التعمير والتنمية الزراعية، القاهرة، ١٩٩٨.

هذا ويمكن إقامة مشروعات للثروة الحيوانية إلى جانب النشاط الزراعي بهدف تنوع النشاط وزيادة في رصيد إنتاج اللحوم والبروتينات في مصر، كما ينصح بأن تتم عمليات الري دائماً في المساء لتجنب عمليات التبخر التي تزيد الفاقد من مياه الري دائماً.

سابعاً : الجيومورفولوجيا والتنمية العمرانية :

لما كانت منطقة الدراسة تخضع الآن للتخطيط من أجل الاستثمار الزراعي والعمراني فإنه يمكن وضع تقسيم للمنطقة إلى وحدات مساحية متساوية للأراض التي سيتم استثمارها، وهناك طريقتان: الأولى إذا كان الهدف من التنمية هو تنمية القطاع الزراعي وحل مشكلات البطالة وخلق فرص جديدة للعمل وإيجاد مجتمعات مصرية وسط الصحراء وإعادة توزيع السكان، فإنه في هذه الحالة يمكن تقسيم المنطقة إلى وحدات مساحية شبه متساوية، على أن تبلغ مساحة الوحدة ٥٠٠٠ فدان في ظل الاستثمار الموسع، ولما كانت الساحة القابلة للزراعة ٠,٨٧٩ مليون فدان فإنه بذلك يمكن إنشاء ١٧٥ قرية بالمنطقة، على أن تكون الصورة التوزيعية لهذه القرى من النمط المنتظم وإذا كان متوسط حيازة الفرد ٥٠ فداناً فإن القرية الواحدة تستطيع أن تستوعب ١٠٠ حيازة أو مستثمر - بمعنى آخر ١٠٠ أسرة، أي أن المنطقة يمكنها استيعاب ١٧٥٠٠ مستثمر وأسرههم للاستقرار والقيام بالنشاط الزراعي.

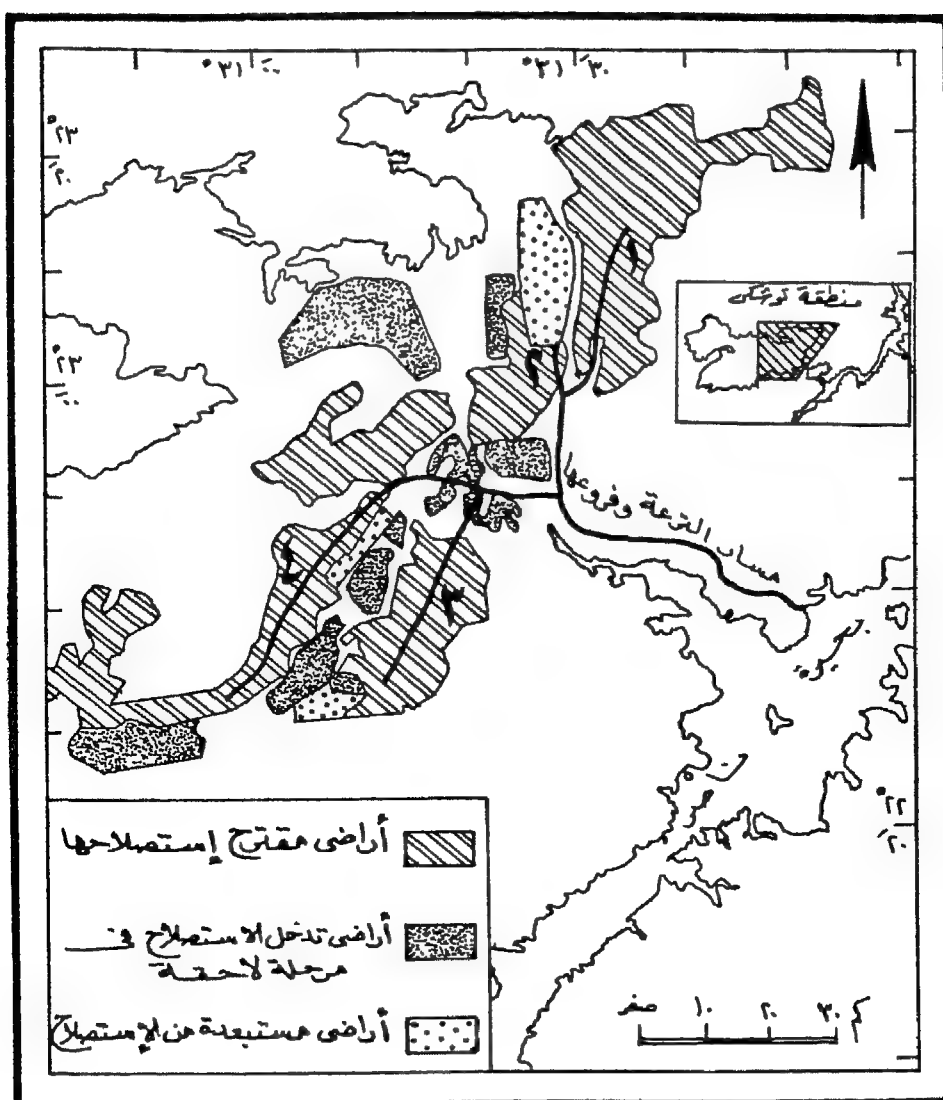
أما الطريقة الثانية والتي أشار إليها مجلس الوزراء (١٩٩٧، ص ٦٣) وذكر بأن التصرف في أراضي هذا المشروع بهدف الاستصلاح والاستزراع يجب أن يتم في مساحات مجمعة لا تقل عن ٢٠ ألف فدان للمشروع الواحد وعدم اللجوء لتقسيم المشروع إلى حيازات صغيرة فإنه بذلك يمكن إيجاد ٤٤ قرية من القرى النموذجية الجديدة حسب المساحات المجمعة السابقة التي يمكنها أن تستوعب كافة العاملين بالمساحة الواحدة كما في شكل (٤٣) وفي حالة قيام بعض المستثمرين وعددهم يتراوح من ١ - ٣ جهات أو مستثمر بتملك مساحة يبلغ مجموعها نصف مليون فدان

بمنطقة الدراسة حسبما تشير بعض المصادر فإنه يتبقى بذلك ٠,٣٧٩ مليون فدان، والتي يمكنها أن توجد ١٩ قرية من القرى ذات الزمام البالغ ٢٠٠٠٠ فدان لكل منها حسب حجم المشروع الواحد والقائمين عليه كما سبق الذكر، بالإضافة إلى منتجع سياحي لخدمة الجوانب الاجتماعية والترفيهية والسياحية بالمنطقة، كما في شكل (٤٣).

أما البديل الثالث فيعتمد على مساحة زمام القرية السابق ذكره وهو ٢٠٠٠٠ فدان واعتماداً على أحدث خريطة تم تحديد مسار الترع الرئيسية وفروعها بها وعلى المساحات الزراعية التي سيتم استصلاحها في منطقة توشكى فعلياً اعتماداً على الترع وفروعها حيث قدر أن هذه المساحة ستبلغ ٥٤٠٠٠٠ فدان كما في جدول (٤٣) فإن عدد المستثمرين سوف يصل عددهم ٢٧ مستثمراً بناءً على الاستثمار الواسع السابق ذكره في الطريقة الثانية وبالتالي يمكن إقامة ٢٧ مجتمعاً زراعياً يعتمد في نظم ريه على الأنظمة المتطورة، ويصبح لدينا مثل هذا العدد من القرى الحديثة المتطورة وسيخدم هذه المجتمعات العمرانية شبكة من الطرق تتشأ تبعاً، كما في شكل (٤٢ ، ٤٣).

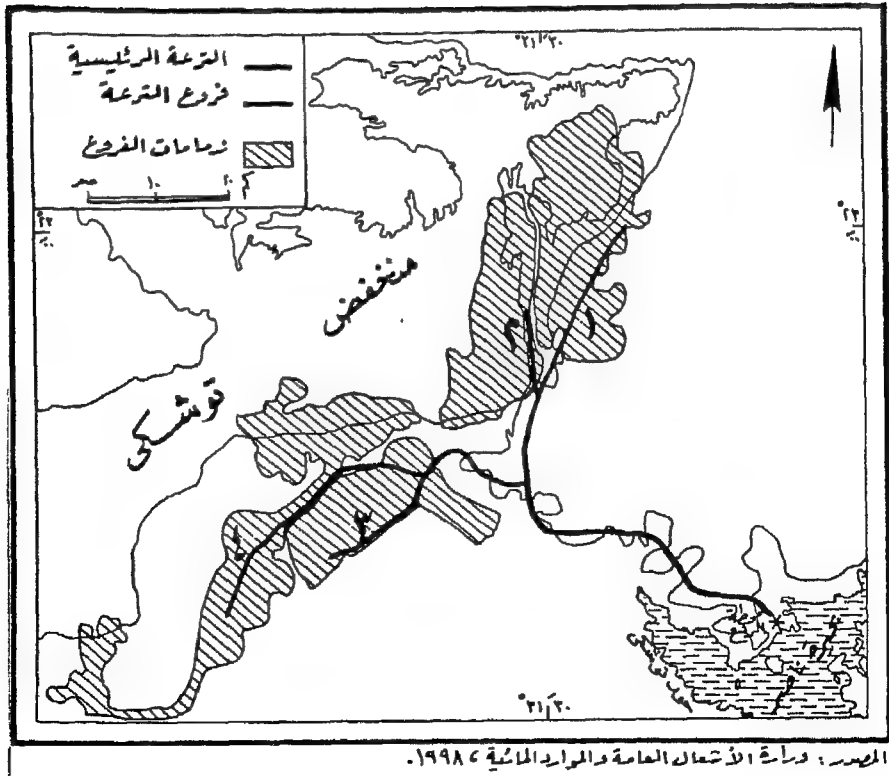
جدول (٤٣) : المساحات المخطط زراعتها على ترعة جنوب الوادي وعدد المجتمعات الزراعية الواسعة حولها.

مسار الترع	المساحة المخطط زراعتها باللدن	عدد المستثمرين بتقاسم الاستثمار الموسع	المساحة المخطط زراعتها باللدن	عدد المستثمرين بتقاسم الاستثمار الموسع
الترع (١)	٨٠٠٠٠	٤	١٢٠٠٠٠	٦
الترع (٢)	١٨٠٠٠٠	٩	١٢٠٠٠٠	٦
الترع (٣)	١٠٠٠٠٠	٥	١٠٠٠٠٠	٥
الترع (٤)	١٨٠٠٠٠	٩	٢٠٠٠٠٠	١٠
المجموع	٥٤٠٠٠٠	٢٧	٥٤٠٠٠٠	٢٧
المصدر	من شكل (٤٣) عن وزارة الزراعة	من حساب الباحث	من شكل (٤٤) وزارة الأشغال العامة	من حساب الباحث



المصدر : عن الهيئة العامة لشروعات التعمير والتنمية الزراعية ١٩٩٨ .

شكل (٤٣) : الأراضي المتوقع أستصلاحها شرقى منخفض توشكى.



شكل (٤٤) : التخطيط المبدئي لترعة جنوب الوادي وزمامات الفروع.

وتعتبر الظاهرات الجيومورفولوجية عاملاً محدداً في التنمية العمرانية بمنطقة الدراسة حيث أن معظم الظاهرات تقل درجات انحدارها عن القيم الحرجة للانحدارات اللازمة لكافة جوانب التنمية البشرية. وحسب تصنيف كوك ودورنكامب (Cooke & Dornkamp, 1974, P. 361) فإن القيمة الحرجة لتنمية المكان أو الموضع ٨,٥° ولايزيد عن هذه القيم سوى ظاهرات الميسا والتلال المعزولة والكتل الجبلية المنفردة وظهر الكويستا، كما أن التنمية العمرانية تبلغ القيمة الحرجة لها عند الانحدار ١١,٣° ونجد انه لا يزيد الانحدار للظاهرات الجيومورفولوجية بالمنطقة عن هذه القيمة سوى الميسا والتلال المعزولة وباستثناء مثل هاتين الظاهرتين حيث تبلغ مساحتهما ١٨,٢٩ كم^٢ أي بنسبة ٠,٤٦% فقط فإن ٩٩% تقريباً من مساحة المنطقة تصلح للتنمية العمرانية.

وباستثناء الحافات الجبلية والكويستات والبيدمنت والجبال المنعزلة فإن المساحة الإجمالية غير الصالحة لل عمران ستبلغ ٨,٣٦% فقط من جملة المساحة بحيث تصبح المساحة الصالحة للتنمية العمرانية ٩١,٦% من جملة المنطقة، خاصة وأن العمران هو ريفى بالدرجة الأولى ويرتبط بالأرض المزروعة بشكل مباشر.

وتوفر الظاهرات الجيومورفولوجية بالمنطقة كل ما تحتاجه عمليات التنمية العمرانية، فالحصى يمكن الحصول عليه من مناطق الأرصفة الصحراوية، وباستخدام كسارات والحصول عليه من الأحجار بعد تكسيرها، أو من المراوح الفيضية ومن التلال والكويستات والحافات الصخرية وكلها تمثل ٨,٣٦% من مساحة المنطقة يمكن الحصول منها على الأحجار. ويمكن الحصول على الرمال من الكثبان الرملية الطولية حيث أن الكمية والنوعية تسمح باستخدامها فى العمران فالكمية تكفى لإقامة العدد المقرر من مراكز العمران والتي تتناسب فى حجمها مع حجم مساحة الوحدة الزراعية، كما أن حجم الرمال فى هذه الكثبان الرملية الطولية وهى رمال مفككة - من نوع الرمل الناعم والرمل المتوسط وهى موزعة بالمنطقة، كما تمثل أجزاء فرشاة الرمال حول منطقة جبل برق السحاب وجبل أم شاغر مخزوناً للرمال اللازمة لمواد البناء مما يغطى الاحتياج المحلى لمثل هذه المواد.

أما مادة الطين والتي يحتمل الاحتياج إليها فى عملية إنشاء القرى فيمكن الحصول عليها من طين إسنا فى الحافة الوسطى بالمنطقة، بالإضافة إلى الحجر الطينى الموجود بمنطقة البلايا الشمالية (رقم ١) والواقعة أسفل حافة سن الكداب وإلى الجنوب من بئر دنيجل مباشرة، بالإضافة إلى إمكانية الحصول عليه من قاع بحيرة ناصر ومن قاع وادى كلايشة الواقع شرق وشمال شرق المنطقة مباشرة.

ويشير تاندى (Tandy, 1979, P. 238) إلى أن عمليات استخراج الخام يتعرض لفقد أثناء عملية استخراجه وحسب طريقة الاستخراج، وأشار إلى أن الرمل والحصى يفقد منه ٢٠% بينما الناتج الذى يتم الحصول عليه والاستفادة منه يبلغ ٨٠% أثناء عمليات التحجير، وأن الطين يفقد أيضاً نسبة منه، بينما الأحجار غالباً ما تستخدم كلها، ورغم وجود فاقد متوقع أثناء عمليات التحجير إلا أن الكمية المتاحة بالمنطقة بها فائض يغطى إنشاء القرى اللازمة لتعمير المنطقة. هذا ويجب مراعاة اختيار مواضع العمران بعيداً عن مخارج الأودية، ويتوخى المواضع المرتفعة نسبياً.

* * *

النتائج

تقع منطقة الدراسة فى الركن الجنوبى الشرقى لصحراء مصر الغربية، وقد أوضحت الدراسة أنه يمكن الفصل بين منطقة توشكى، ومنخفض وادى توشكى وأن منطقة توشكى تتضمن الأخيرين بينما الأخيرين ينفصلان عن بعضهما، وأن مظاهر البنية الإقليمية فى المنطقة هى الصدوع والطيات وقد تعرضت المنطقة لحركة رفع أدت إلى ارتفاع التضاريس على جانبيها الشرقى والغربى وبينهما وجدت منطقة مقعرة، بالإضافة إلى وجود الصدوع بكثرة مما أثر على الملامح المورفولوجية بها.

وتتعرض المنطقة لعمليات التجوية ويشارك كل من عاملى الرياح والمياه فى تشكيل سطح المنطقة وإن كانت السيادة الآن لعامل الرياح بسبب سيادة الجفاف فى المنطقة الآن، ونتج عن عملية الإرساب بفعل الرياح تكون الكثبان والفرشات الرملية بينما تقف الأودية الجافة التى تتركز فى شرق منطقة الدراسة وشمالها الشرقى كدلالة على شدة تأثير عمليات النحت الفيضى فى الماضى فى العصر المطير، وتكونت بذلك الأودية ومنها وادى توشكى.

وقد تميزت منطقة الدراسة بوجود ظاهرات جيومورفولوجية عديدة مثل القباب الصغيرة ذات الهيئة المستطيلة والحافات الجبلية سواء حافة سن الكداب أو الحافات المتخلقة عن عمليات النحت الصحراوى أو التى نشأت عن حركات التصدع بشكل أساسى. والأودية الجافة متعددة الأنظمة، فمنها نظم الصرف النيلية وأخرى ذات الصرف الحوضى أو الداخلى، والأولى أكبر طولاً ورتبة من الثانية مما زاد من معدلات تغير طول الشبكة داخل الحوض فى الأودية ذات الصرف النيلية إذا قورنت بباقى أودية المنطقة أو الأودية شرق بحيرة ناصر، كما توجد ظاهرة الأحواض الصحراوية المعروفة بأحواض البولسون ذات الشكل الطولى وشبه الدائرى، وعلى العكس منها فإن الجزر الجبلية أكثر انتشاراً من هذه الأحواض الصحراوية وارتفاعاتها قد تزيد إلى ١٥٠ متراً عن الوسط المحيط وتعكس بأن المنطقة تمر الآن أو اقتربت من مرحلة شبه السهل، والذى ترصعه الجزر الجبلية والتلال المخروطية، ولذلك فإن غالبية السطح سهول وأشباه السهول.

وقد وجد أن أشكال الإرساب ممثلة فى الكتبان وفرشات الرمال لها انتشار بدرجة أكثر من أشكال الإرساب الفيضى سواء البلايا أو المراوح الفيضية، وتتعرض بعض مواضع البلايا إما للنحت والتخفيض أو للردم بالرمال، وتسود هذه العمليات فى الجزء الأوسط والغربى لمنطقة الدراسة.

وقد أظهرت الدراسة أيضاً أن منخفض توشكى نشأ نشأة تكتونية أولاً ثم واصلت عوامل النحت والتخفيض عملها فى هذه الملامح البنائية ويرجع تاريخه إلى العصر الميوسينى، ويتميز بكبر مساحته حيث يحتل الرتبة الثانية بعد منخفض القطارة، وبسبب الجفاف ووقوف حافة سن الكداب بمحور شرقى غربى كحاجز يضعف الرياح وفعاليتها فى النحت فأن ذلك جعل أدنى منسوب به يحتل المرتبة السابعة، ويتميز قاعه بتنوع الظواهرات الجيومورفولوجية وأكثرها انتشاراً هى الكتبان الرملية والحافات الصخرية وأشباه السهول وقليل من البلايا، وتتميز الأودية الجافة بقلّة رتبته نسبياً وقلّة طول وكثافة شبكة التصريف وتكرار الأودية وخفة الانحدار.

ومن خلال الدراسة الجيومورفولوجية لحوض وادى توشكى تبين أنه نشأ بعد تكون نهر النيل فى جنوب مصر فى أواخر البلايوسين وأوائل البلايستوسين بحيث اكتملت شبكة تصريفه فى العصر المطير فى الزمن الرابع. ونتيجة لشدة النحت والتخفيض انخفض سطح الحوض وأصبح فى هيئة شبه السهل ترصعه التلال الكثيفة وتغطيه فرشات رمال واسعة الإمتداد وقليل من الكتبان الرملية، وأصبحت الأودية متسعة، وهو من أطول شبكات التصريف غرب النيل بإستثناء وادى كلابشة وقد وصل إلى الرتبة السادسة وأصبحت رواقده كثيرة بحيث وصل معدل تغير اعداد الأودية مع الرتبة أعلى المعدلات فى المنطقة سواء شرق النيل أو غربه. ونتيجة للنحت والتخفيض أصبحت القطاعات الطولية للأودية تأخذ هيئة مقعرة بشكل واضح ويزداد التقعر بزيادة رتبة الوادى.

ونتيجة للمرحلة الجيومورفولوجية التطورية لوادى توشكى فإنه قد اصبح من السهل حفر قناة مفيض توشكى فيما بين بحيرة ناصر وبين منخفض توشكى والتي لعبت دوراً فى حماية جسم السد العالى من مخاطر الفيضان الزائد مثلما الحال فى عامى ١٩٩٦ و ١٩٩٨.

ويعمل التحليل الجيومورفولوجي للظواهرات في شرقي منخفض توشكى وجد أن الحافات الجبلية إرتفاعاتها قليلة ولا تزيد عن ٣٢ متراً وانحداراتها متوسطة، والأشكال القبابية قليلة نسبياً، وتظهر البيدومنت بوضوح خاصة في الشمال والشمال الغربى وانحداراتها خفيفة إلى متوسطة وساعد ذلك على تكوين سهول البهادا أدنى منها، بينما توجد الكويستات التى تتعرض لعمليات تجوية، وانحدار الوجه شديد نسبياً بينما انحدار الظهر متوسطاً، وقد أثر فى نشأتها كل من العامل الجيولوجى والمناخى.

الأودية الصحراوية شرقي منخفض توشكى نجدها قليلة الرتبة والطول والانحدار وان كان الحوض كبير المساحة نسبياً. هذا ويلاحظ وجود سهول النحت وسط المنطقة، ونسيج رواسبها ما بين الرمل الخشن والمتوسط، وقد تأثرت فى نشأتها بالعامل الجيولوجى والعامل المناخى أيضاً، وقد تكون السهول مغطاة بالأرصعة الصحراوية المرصعة بالحصى المتوسط أو الخشن وكثافة الحصى منخفضة نسبياً مما يعكس نضج الأرصعة والتى تتأثر بعمليات جيومورفولوجية عديدة مثل التذرية والبرى والغسل والتجوية الكيميائية.

ونتيجة تراجع الحافات وجدت ظاهرة الميسا وهى متفاوتة الانحدار، كما تنتشر التلال المعزولة والتى تمثل البقية الباقية من مرحلة التطور الجيومورفولوجى للمنطقة والوصول إلى مرحلة شبه السهل، ولذلك نجد أيضاً أعداد قليلة من ظاهرة اليردائج والقصيرة فى أبعادها أيضاً وتشبه فى ذلك الكويستات والتلال المعزولة. كما تظهر حقول من عش الغراب ومعظم أبعادها قليلة وقد أثر فيها عملية التجوية وعملية النحت بفعل الرياح والعامل الطبوغرافى أيضاً، ومعظمها وصل إلى مرحلة النضوج.

أما الأشكال الناتجة عن الإرساب فى شرقي منخفض توشكى فمنها المراوح الفيضية الكبيرة فى مساحاتها نسبياً وتتميز بخفة الانحدار ويرتبط بنهايات بعضها قليل من البلايا المتفاوتة فى مساحاتها أيضاً ويصل متوسط المساحة ٤ كيلومترات

ورواسيها طمئية وطمئية رمالية وقد أثر فى نشأة هذه البلايا كل من العامل الجيولوجى والطبوغرافى والمناخى والهيدرولوجى.

ونظراً للميزات الجغرافية التى تتميز بها المنطقة من حيث القرب المكانى وسهولة السطح وصلاحية التربة للزراعة وقرب المورد المائى نسبياً فإنه قد وجد أن المساحة القابلة للزراعة بالمنطقة ٠,٨٧ مليون فدان وأن الظاهرات الجيومورفولوجية تسهل عملية إنشاء الطرق ومراكز العمرانية وحفر الترع، ويمكن زراعة ٥٤٠٠٠٠ فدان كمرحلة أولى لتعمير المنطقة مع تدبير كميات المياه لها وفق استراتيجية تنمية تخطو للدولة نحوها الآن، ويمكن معها إقامة عدد من القرى ما بين ٢٠ - ٤٤ قرية حسب البديل الأول والبديل الثانى وفقاً لنظم الاستثمار الموجه للمنطقة بينما البديل الثالث سوف يعمل على ظهور ٢٧ مجتمعاً زراعياً متطوراً فقط بما يحقق التنمية الشاملة لتنمية جنوب مصر.

وبالرغم من صغر مساحة منطقة شرقى منخفض توشكى والتى لا تزيد عن ٠,٨٥ ٪ من مساحة الصحراء الغربية إلا أنها منطقة واعدة لما تضمه من أراضى واسعة صالحة للاستزراع.

ملحق (١) : القياسات المورفومترية لبحاوض التصريف شرق منطقة توشكى.

م	اسم الوادى	طول البحوض كم	عرض البحوض كم	محيط البحوض كم	طول الشبكة كم	مساحة البحوض كم ^٢	الرتبة	معدل التضعب	طول الوادى الرئيسى كم	ارتفاع المرجى الرئيسى	ارتفاع البحوض
١	توشكى	٥,٦	٣,٨	١٧	١٤	١٦,٤	٢,٠	٥	٦,٥	١٦	١٧
٢		٥,٨	٤,٢	١٦	٩,٢٥	١٧	٢	٢	٦,٢٥	٣٨	٢٩
٣		٤,٠	٢٣,٦	١٣,٥	٩٢٨,٩	٦٨٣,٤	٦	٤,٩٤	٣٥,٥	٨,٠	١٣٦
٤		١٢,٨	٦,٥	٣٨,٥	٥٦	٣٨,١٢	٤	٣,٤	١٦,٥	١١٥	١٠١
٥		٤,٣	٢,٨	٢١	٢٥,٥	٩,٥٢	٣	٤,٢٥	٨	٨,٠	٥٥
٦		٨,٧	٢,٣	٢٠,٥	٢٩,٥	٢٤,٦	٣	٤,١٩	٩,٢٥	٦,٠	٥٥
٧		٩,٥	٣,٨	٢٥	٥٠	٢٠,٦٤	٤	٣,٢٣	١١	١٠,٠	٨٠
٨		٤,٤	١,٨	١١,٥	٨,٥	٥,٧٥	٢	٤	٤,٢٥	٦,٠	٦٠
٩		٤,٥	٣	١٣	١٤	٥,٢	٣	٣,٦	٤,٢٥	٤٥	٦٥
١٠		٣,٣	٢,١	١٠,٩	١٢,٥	٤,٢	٣	٤,٨٤	٤	٦,٠	٦٢
١١	عصبة	٩,٧	٣,٤	٢٧,٥	٧,٠	٢٣,٦٨	٤	٣,٧٨	١١,٥	٦,٠	٤٥
١٢		١٢,٧	١٣,٧	٥١,٥	٣٠,٠	١٢٧,٩٢	٥	٤,٢٩	١٣,٥	٥,٠	٨١
١٣		٤,٤	١,٥	١٠	١٥	٥,١٢	٣	٤,٦٤	٤,٥	٧٥	٩٤
١٤		٦,٣	٢,٦	١٠,٥	٢٢	٧,٨٨	٣	٤,٢٥	٦,٢٥	٦,٠	١٢٤
١٥		٧,٧	٥,٣	٢٢	٣٢,٥	٣٩,٩٢	٣	٤,٩٥	٧,٢٥	٨,٢	١٠٢
١٦		٩,٢	٦,٤	٢٩	٤٥,٥	٩	٤	٣,٤٨	١٠,٨	٧,٠	٩٢
١٧		٢٢,٣	١,٠	٦١	١١١	١١١,٢٤	٥	٣,٤٨	١٨,٧٥	٧,٠	١٨٠
١٨		١٣,٧	٦,٢	٣٧,٧	١١٢	٥٥,٦٤	٤	٣,٩٤	١٤,٢	٨,٠	١٤٥
١٩		٢٥,٣	٣٠,٥	١٢٠,٥	٨١,٠	٧١٣,١٢	٥	٣,٥٦	٣٣,٥	٧,٠	١٩٤
٢٠		٤,٧	٢,٥	١٢,٥	١٧	٧,٦	٣	٤,٨٤	٤,٢٥	٦,٨	٩٩
٢١	الكوير	٨,٤	٣,٦	٢١	٣١	١٣,٢	٣	٣,٦٧	٧,٥	٥٨	١١٤
٢٢		١٨,٥	١٣,٨	٦٢	١٣٠	١١٨,٨٤	٥	٣,١٣	٢٥	٦,٨	١٦٤
٢٣		١٠,٥	٧,١	٣٥,٥	٤٧,٥	٤٧,٩٥	٤	٣,٤	٩,٢٥	١٣,٦	٢١١
٢٤		٧,٨	٣,٨	٢٢	٣٧	١٨,٥٢	٣	٤,٧٦	٧	١,٣	١٩١
٢٥		٩,٧	٣,٨	٢٧,٥	٥٣	٢٦,٣٢	٣	٤,٩١	٨,٥	٩,٠	١٦٧
٢٦		١٩,٣	٦,٨	٦٠	١٢٣	٨٩,١	٤	٣,٥	٢٠,٥	١١,٦	١٤٦
٢٧		٢١,٤	٩,٨	٦٧	٢٣٠	١٤٥,٧	٥	٣,٩٨	٢٣,٥	١٣,٢	١٧٣
٢٨		١٠,٥	٥,١	٢٣	٦٩	٤١,٨٥	٤	٤,٠١	١٠,٥	١٠,٢	١٤٢
٢٩		١٦,٧	٦,٨	٥٢,٥	١٢٢,٥	٦٩,٤٤	٤	٣,٦٥	١٩	١٥,٥	١٩٧
٣٠		٨,٦	٥,٤	٢٨	٥٦	٣٥,١٢	٣	٢,٠٢	٦,٣	٦,٠	١٤١
٣١	أم سبلول	٢٤,٥	١١,٠	١١٠,٥	٥٩٨	٤٢١,٢	٦	٣,٩٧	٢٩	١٥,٨	٢١٩
٣٢		٥,٥	٣,٧	١٦,٧	٢٢,٥	١٣,٨٨	٣	٤,٩٢	٤,٥	٥,٠	٩٥
٣٣		٢٧,٥	١٨,٤	٨٦,٥	٥٤٦,٥	٢٥٥,١	٥	٤,٢٩	٣٤,٥	١١,٤	١٦٧
٣٤		٤,٦	٢,٦	١٣	١٨,٥	٧,٨	٤	٤,٥	٣,٨	٣,٧	٥٩
٣٥		٥	٢,٣	١٧,٣	٢٤	١٠,٥٢	٣	٤,٢٣	٣	٢,٠	٤٣
٣٦		٧,٨	٤,٤	٤٨,٥	١٦٠,٥	٧٤,٥	٥	٤,٦٦	١٥,٥	٩,٨	١٣٢
٣٧		١٣,١	٦,٦	٣٦,٧	١٢١	٦٨,٥٢	٤	٦,٩٨	١٢,٢	١٠,٣	١٢٥
	الدكة										

ملحق (٢) : القياسات المورفومترية لآودية منخفض توشكى ونظم التصريف
الداخلي شرق منطقة توشكى.

(أ) منخفض توشكى

م	طول الحوض كم	عرض الحوض كم	محيط الحوض كم	طول الشبكة كم	مساحة الحوض كم ^٢	الرتبة	معدل التشعب	طول الوادي الرئيسي كم	ارتفاع المجرى الرئيسي بالمتر	ارتفاع الحوض بالمتر
١	٨,٤	٧,٤	٢٥	١٥	٤٨,٥٢	٢	٤	٥,٥	١٣,٥	٢١,٥
٢	١٠,٤	٨	٣٨	٥١	٧٥,٧	٤	٢,٨	٩,٣	٢٨	١٠,٤
٣	٩,٢	٨,٤	٣٥	٤٢	٧٣	٣	٣,٢	٨	٤٣	١٨٦
٤	١٢	٩	٣٤,٥	٤٦	٧٥,٥٢	٤	٣,٣٨	١١,٨	٥٧,٥	٦٣,٥
٥	١٨,٤	٧	٣٤,٣	٤٢	٦٥,٦٤	٣	٤,٩	١٠,٩	٥٨,٥	٨٥,٥
٦	٧,٦	٢,٢	١٨	١٢	١١,٥٢	٣	٢,٧٣	٤,٨	٢٣	٤٦
٧	٨	٤,٦	٢١	١٧	٢٢,٨	٢	٧	٥,٢	١٥,٥	٣٩,٥
٨	١١	٥,٨	٢٩	٢٦	٤٧,٦٤	٣	٣,٥٤	٩,٧	٥١	١٦٠
٩	١٤,٤	١٢	٤٩	٥٣	١٤٤,٣٦	٤	٣,٣٣	١٥	٤٠,٥	٦٦,٥

(ب) نظم التصريف الداخلي شرق منطقة توشكى

م	طول الحوض كم	عرض الحوض كم	محيط الحوض كم	طول الشبكة كم	مساحة الحوض كم ^٢	الرتبة	معدل التشعب	طول الوادي الرئيسي كم	ارتفاع المجرى الرئيسي بالمتر	ارتفاع الحوض بالمتر
١	١٠,٦	٤	٢٦,٥	٣٠	٢٢	٣	٣,٨٨	٩	٢٥,٥	٥٧,٥
٢	٤,٤	٢,٣	٩,٧	٨	٧,٥٦	٢	٤	٣٥	١٣	٤١
٣	١٤,٨	٧,٧	٤٤	١٦٠,٥	٨٩,٢	٥	٥,٥٧	١٤,٦٣	٥٥	١٣٦
٤	٣,٨	١,٧	١٩	٦,٧	٤,٩	٣	٢,٢٥	٢,٧٥	٧,٥	١٥,٥
٥	٥	١,٨	٩,٣	٨,٧٥	٥,١	٣	٤,٤	٣,٢٥	٢٨	٣٠
٦	٥,٦	٢,٢	١٣	١٨,٥	٧,٧	٣	٥,١٧	٤,٧٥	٢٢	٤٠
٧	١٣,٢	٧,٦	٣٧	٩٨	٦٥,٧	٤	٣,٦	١٠,٨٧	٣٠,٥	٩٧
٨	١٠,٦	٧,٤	٢٨,٥	٢٥,٥	٣٩,٩	٣	٣,٦	٨,٦٣	٣٩,٥	٨٠

ملحق (٣) : القياسات المورفومترية لآودية منطقة شرق بحيرة ناصر.

م	اسم الوادي	طول الحوض كم	عرض الحوض كم	محيط الحوض كم	طول الشبكة كم	مساحة الحوض كم ^٢	الترتبة	معدل التشعب	طول الوادي الرئيسي بالمتر	ارتفاع المجرى الرئيسي بالمتر	ارتفاع الحوض بالمتر
١		٣,٧٠	٢,٨٠	١١,٠٠	٣١,٠٠	٦,٤٨	٣	٣,٩٦	٢,٠٠	١٣,٠٠	١١٨,٠
٢		١٤,٢٠	٧,٧٠	٣٦,٥٠	٢١٧,٠	٦٦,٥٠	٥	٤,٧٢	١٣,٠٠	١١٠,٠	١٥٩,٠
٣	ألبا	٢٠,٠٠	٨,٧٠	٧٠,٠٠	٣١٤,٠	١٠٣,١٧	٥	٤,٣٦	١٩,٠٠	١١٦,٠	١٨٨,٠
٤		٨,٣٠	٥,٥٠	٢٩,٠٠	٨٩,٥٠	٢٧,٣٢	٤	٣,٩٢	٨,٧٠	٤٠,٠٠	١٦٨,٠
٥	لو حوصل	١٢,٠٠	٧,٤٠	٣٩,٠٠	١٥٢,٥	٥٥,١٠	٥	٤,٥٢	١١,٠٠	٦٠,٠٠	٢٠١,٠
٦		١٢,٠٠	٩,٠٠	٤٤,٥٠	٢٠١,٠	٧٧,٨٠	٥	٤,٣٤	٩,٥٠	١٠٠,٠	١٧٩,٠
٧	لم ضبعة	٢٤,٦	١٢,٤٠	٧٢,٠٠	٩,٥٠	٢٣٢,٧	٥	٣,٢٣	٢٣,٠٠	٢٥٥,٠	٣٨٥,٠
٨	كرسكو	٣٠,٠٠	١٧,٥٠	١٩٦,٠	٢٣٩,٠	١٦٠,١,١	٦	٤,٥٤	٥٨,٥٠	٢٣٠,٠	٤٩٥,٠
٩	الدحانية	٨,٥٠	٤,٥٠	٢٧,٣٠	٦٢,٥٠	٢٦,٤٠	٥	٤,١٩	٥,٢٥	١٠٥,٠	١١١,٠
١٠	شاترمة	٢٣,٠٠	١١,٠٠	٧٧,٠٠	٥٩٧,٠	٦٥٨,٦	٦	٤,٥٣	٢٥,٠٠	١٤٠,٠	٣٥٩,٠
١١		٢١,٦٠	٧,٦٠	٥٦,٠٠	٣١٣,٠	١١٨,٨	٥	٤,١١	٢١,٠٠	١٨٠,٠	٢٥١,٠
١٢	المسوح	٤٦,٠٠	٢٠,٤٠	١٠٤,٠	٩٧٠,٠	٦٥٦,٧	٦	٤,٩٢	٥٢,٠٠	٢١٠,٠	٣٦٥,٠
١٣		١٤,٠٠	٧,٦٠	٣٤,٠٠	١٠٨,٠	٦٨,٤٤	٥	٢,٦٥	١٣,٥٠	١٠١,٠	١١٧,٠
١٤	لوسكو	٢٤,٦٠	١٣,٦٠	٧٩,٠٠	٣٧٨,٠	٢٨٠,٧	٥	٣,٧١	٢٥,٠٠	١٩٢,٠	٢٣١,٠
١٥	مجبب	٢٨,٨٠	١٥,٦٠	٨٣,٠٠	٤٧٥,٠	٣٠٨,٧	٥	٤,٩٢	٣١,٠٠	٢٣٧,٠	٣١٨,٠
١٦	مارية	٣٢,٤٠	١٩,٠٠	١١٦,٠	٦١٤,٠	٤٥٦,٥	٥	٤,٨٣	٤٠,٠٠	٢٠٠,٠	٢٢٧,٠
١٧	لبض	٢٢,٤٠	١٢,٨٠	٦٤,٠٠	٣١٠,٠	٢٣٤,٧	٥	٥,١٣	١٩,٥٠	٢٢٠,٠	٢٩٨,٠

قائمة المراجع

أولاً: الخرائط والصور الجوية :

- (١) إدارة المساحة العسكرية (١٩٦٨) ، الصور الجوية :
- أ - خط ٢٣ صور ١٢٥ / ١٢٦ / ١٢٧ / ١٢٨ / ١٢٩ / ١٣٠ / ١٣١ / ١٣٢ / ١٣٣ / ١٣٤ / ١٣٥ .
- ب - خط ٢٤ صور ١٣٣ / ١٣٤ / ١٣٥ / ١٣٦ / ١٣٧ / ١٣٨ / ١٣٩ / ١٤٠ / ١٤١ / ١٤٢ / ١٤٣ / ١٤٤ / ١٤٥ .
- ج - خط ٢٦ صور ١٦٥ / ١٦٦ / ١٦٤ / ١٦٣ / ١٦٢ / ١٦١ / ١٦٠ / ١٥٩ / ١٥٨ / ١٥٧ / ١٥٦ / ١٥٥ .
- د - خط ٣٧ صور ٢١ / ٢٢ / ٢٣ / ٢٤ / ٢٥ / ٢٦ / ٢٧ / ٢٨ / ٢٩ / ٣٠ / ٣١ / ١٦٦ / ١٦٥ / ١٦٤ / ١٦٣ / ١٦٢ / ١٦١ / ١٦٠ / ١٥٩ / ١٥٨ .
- هـ - خط ٢٨ صور ١٧ / ١٨ / ١٩ / ٢٠ / ٢١ / ٢٢ / ٢٣ / ٢٤ / ٢٥ / ٢٦ / ٢٧ / ٢٨ / ٢٩ .
- و - خط ٢٩ صور ١٩ / ٢٠ / ٢١ / ٢٢ / ٢٣ / ٢٤ / ٢٥ / ٢٦ / ٢٧ / ٢٨ / ٢٩ .
- ز - خط ٤١ صور ١٨٥ / ١٨٦ / ١٨٧ / ١٨٨ مشروع للوادي الجديد ، مقياس ١/٥٠٠٠٠

(٢) إدارة المساحة العسكرية، خرائط :

- | | |
|-------------------------------|------------------------------|
| السد العالي NF 36 N 6 ، ١٩٨٧ | وادي جيبجة NF 36 K1 ، ١٩٨٥ |
| جبل أبو مرو NF 36 01 ، ١٩٩٢ | للمينات NF36 ja ، |
| جبل حيمور NF 36 K4 ، ١٩٨٩ | وادي كرسكر NF36 j2 ، ١٩٩٣ |
| بئر لم حبال NF 3604 ، ١٩٩٣ | وادي للعالي NF 36 K 3 ، ١٩٩٢ |
| وادي حيمور NF 36 K 5 ، ١٩٩٢ | جبل نجديب NF 3601 a ، |
| القاهرة، مقياس رسم ١ / ١٠٠٠٠٠ | |

(٣) إدارة المساحة العسكرية، خرائط :

- | | |
|----------------------------|-------------------------------|
| فندي NF 36 - 1 ، ١٩٧٩ | بئر مر NF 36 - M ، ١٩٨٤ |
| الكيس NF 35 - 4 ، ١٩٨٦ | ليوسمبل NF 36 J ، ١٩٧٩ |
| السد العالي NF 36 N ، ١٩٩٥ | القاهرة، مقياس رسم ١ / ٢٥٠٠٠٠ |

(٤) إدارة المساحة العسكرية ١٩٦٨ :

منطقة خور توشكى صور ٣٧ / ١١ ، ٣٧ / ١٣ ، ٣٧ / ١٨١ ، ٣٧ / ١٧٧ ، ٣٧ / ٣٧
٣٧ ، ١٧٥ / ٣٧ ، ١٧٣ / ٣٧ ، ١٧٩ / ٥٨ ، ٧١ / ٥٨ ، ٧٣ / ٥٨ ، ٧٧ / ٣٨ ، ١٧٧ / ٣٨ ، ١٧٥
٣٨ / ١٧٣ ، مشروع الوادى الجديد، مقياس رسم ١ / ١٠٠٠٠٠٠

(٥) المؤسسة المصرية العامة لتعمير الصحارى (١٩٦٨) :

لوحة ٣٦ - ١٩ دنقل ، ٣٦ - ١١٠ غرب دنقل، ٣٦ - ١٠ جبل العصر ٣٦ - ١٥ ،
إدارة المساحة، كرسكو ٣٦ - ١٧ ، العلاقى ٣٦ - ١٧ ، أبوسمبل ٣٦ - ٢١ ، غرب
العلاقى ٣٦ - ١٨ ، جنوب بير نخيلة ٣٦ - ١٢ ، شرق بير مر ٣٦ - ١١ ، بير كريم ٣٥
- ١٩ ، بير مر ٣٦ - ١٢ ، عطور الكيش ٣٥ - ٧ ، غرب جبل العصر ٣٦ -
١٤ ، شرق كسيية ٣٦ - ١٣ ، غنيية ٣٦ - ١١٦ ، بير نخلاى ٢٤ ، بير كسيية ٣٥ -
١٨ فى الفترة من ١٩٧٨ إلى ١٩٨٩. مقياس رسم ١ / ١٠٠٠٠٠٠ .

(٦) المؤسسة العامة لتعمير الصحارى (١٩٦٨) :

خرائط رقم ٢٠٤ ، ٢٠٥ ، ٢٠٦ ، ٢٠٧ ، ٢٠٨ ، ٢٧٣ ، ٢٧٤ ، ٢٧٥ ، ٢٧٦ ، ٢٧٧ ، ٢٧٨ ،
٢٩٨ ، ٢٩٩ ، ٣٠٠ ، ٣٠١ ، ٣٠٢ ، ٣٠٣ ، ٣٧٠ ، ٣٧١ ، ٣٧٢ ، ٣٧٣ ، ٣٧٤ ، ٣٧٥ ،
٣٩٥ ، ٣٩٦ ، ٣٩٧ ، ٣٩٨ ، ٣٩٩ ، إدارة للمساحة، مقياس رسم ١ / ٢٥٠٠٠ .

(٧) المؤسسة المصرية العامة لتعمير الصحارى (١٩٦٨) :

الخرائط المصورة رقم ٧٠ بير مر، ٨٥ بير كريم، ٧٨ ، ٦٩ ، ٧٥ ، ٧٤ لوحة وادى
العرب، ٧٩ بير أبو الحصين، ٦٧ دنقل ، ٥٧ ، ٥٨ ، ٨٢ جبل سرى، ٧٧ ، ٧٦ جبل
العصر، ٦٨ ، ٦٤ بير نخلاى، ٨٣ ، ٦٦ ، إدارة المساحة، مشروع التصوير المغناطيسى،
منطقة الوادى الجديد، مقياس رسم ١ / ١٠٠٠٠٠٠ .

(٨) الهيئة العامة لمشروعات التعمير والتنمية الزراعية (١٩٩٨) :

خريطة الأراضى المتوقع إستصلاحها بمنطقة توشكى، الإدارة العامة للأراضى ، غير
منشورة ١٩٩٨ .

(٩) الهيئة المصرية العامة للمساحة، خرائط :

١٩٩١	NF 36 N2b	عرب الدكة	١٩٩١	NF 36 J 5d	وادى لم سنل
١٩٩١	NF 36 J6C	سيالة	١٩٩١	NF 36 J5b	كرسكو

١٩٩١	NF 36 N3d	أبرهور	١٩٩١	NF 36 N3a	الدكة
١٩٩١	NF 36 N2a	شمال جبل حمام	١٩٩١	NF 36 J5C	جبل حمام
١٩٩١	NF 36 J 6a	وادي السبرج	١٩٩١	NF 36 J6b	نصب قايبة
١٩٩١	NF 36 J5a	أبرحنضل	١٩٩١	NF 36 N3b	كشتمنة
١٩٩١	NF 36 J4a	غرب توشكى	١٩٩١	NF 36 J4c	شرق جبل العصر
١٩٩١	NF 36 J4d	حل مصمص	١٩٩١	NF 36 J4b	توشكى
١٩٩١		حطاب كراب	١٩٩١	NF 36 N 1b	جنوب برق السحاب

القاهرة، مقياس رسم ١ / ٥٠٠٠٠

(١٠) معهد بحوث الأراضي والمياه والبيئة (١٩٩٧) ، خريطة حصر الأراضي وتصنيف التربة - منطقة جنوب الوادي، مركز البحوث الزراعية، وزارة الزراعة وأستصلاح الأراضي.

(١١) الهيئة المصرية العامة للبتترول (١٩٨٧)، خريطة مصر الجيولوجية ١ / ٥٠٠٠٠٠ لوحة السد العالي، كونكو ، القاهرة.

ثانيا : المراجع العربية :

- ١- اسماعيل مصطفى أحمد (١٩٦٨): امكانيات التوسع الزراعى الأفقى فى جنوب الوادى الجديد المترتبة على مشروع السد العالى (بحيرة ناصر) ومشروعات مياه أعالى النيل . معهد التخطيط القومى ، الدورة التدريبية السابعة نوفمبر ، ٢٠٩ صفحة.
- ٢- امبابى، نبيل سيد وعاشور، محمود محمد (١٩٨٥): الكتبان الرملية فى شبه جزيرة قطر، مركز الوثائق والبحوث الانسانية ، جامعة قطر ، الجزء الثانى ، الدوحة.
- ٣- برسيم، سعيد زهران (بدون تاريخ) : اقتصاديات استصلاح الأراضي بالوادى الجديد، معهد التخطيط القومى ، الدورة التدريبية الحادية عشر، القاهرة .
- ٤- تراب، محمد مجدى (١٩٨٨): حوض وادى بدع جنوب غرب السويس : دراسة جيومورفولوجية ، رسالة دكتوراه ، كلية الآداب ، جامعة الاسكندرية، غير منشورة.

- ٥- التركمانى، جودة فتحى (١٩٩٦): منطقة الحمادة بالمملكة العربية السعودية ، دراسة فى جيومورفولوجية الصحارى ، رسائل جغرافية ، الجمعية الجغرافية الكويتية، يناير ، العدد ١٨٨.
- ٦- التركمانى، جودة فتحى (١٩٩١): جيومورفولوجية المراوح الفيضية على جانبى وادى دهب - الغائب بشبه جزيرة سيناء ، مجلة بحوث كلية الآداب جامعة المنوفية ، العدد الخامس ، أبريل ، ص ص ٧١-١٤٤.
- ٧- التركمانى، جودة فتحى (١٩٨١): منخفض واحة الفرافرة ، دراسة فى الجغرافيا الاقليمية ، رسالة ماجستير ، كلية الآداب ، جامعة القاهرة ، غير منشورة.
- ٨- التونى، يوسف (١٩٦٣): معجم المصطلحات الجغرافية ، دار الفكر العربى ، القاهرة.
- ٩- جودة، جودة حسنين (١٩٨٠): دراسات فى الجغرافيا الطبيعية للصحارى العربية، دار النهضة العربية ، بيروت .
- ١٠- جودة، جودة حسنين (١٩٦٤): الاكتساح والنحت بواسطة الرياح ، مجلة كلية الآداب ، جامعة الاسكندرية ، ص ص ١٥٧-١٧٦.
- ١١- حسن، محمد نجيب ومصطفى، مصطفى خضر (١٩٦٩): أصول البيدولوجى، المكتب المصرى الحديث للطباعة والنشر ، الاسكندرية .
- ١٢- حمدان، عبدالله الفضيل (١٣٩٦هـ) : تكوين الصحارى ، ندوة الصحراء أخطارها وامكانيات استغلالها ، الجمعية السعودية لعلوم الحياة ، جامعة الرياض ، ص ص ٥-٢٦.
- ١٣- دهب، أحمد حسين (١٩٩٧): توشكى ، البيئة ، التراث ، النهضة ، المركز العربى للدعاية والنشر، القاهرة .
- ١٤- سليم، محمد صبرى محسوب (١٩٩٢): صحراء مصر الغربية ، دراسة فى الجغرافيا الطبيعية .
- ١٥- ابو العز، محمد صفى الدين (١٩٦٨): مورفولوجية الأراضي المصرية ، دار النهضة العربية ، القاهرة.
- ١٦- ابو العز، محمد صفى الدين (١٩٧٦): قشرة الأرض ، دراسة جيومورفولوجية، دار النهضة العربية ، القاهرة .

- ١٧- أبو عياش، عبداللّله (بدون تاريخ): الاحصاء والكمبيوتر فى معالجة البيانات مع تطبيقات جغرافية ، وكالة المطبوعات ، الكويت .
- ١٨- أبو العينين، حسن سيد أحمد (١٩٨١): اصول الجغرافيا المناخية ، الطبعة الأولى، الدار الجامعية للطباعة والنشر ، بيروت .
- ١٩- أبو العينين، حسن سيد أحمد (١٩٨٩): اصول الجيومورفولوجيا، دراسة الأشكال التضاريسية لسطح الأرض ، مؤسسة الثقافة الجامعية ، الاسكندرية.
- ٢٠- عزت، محمد على (١٩٧٤): استغلال المياه الأرضية لمشروع الوادى الجديد، الصورة الاقليمية للهيدرولوجيا ، الجزء الأول ، موسوعة هيدرولوجية المياه الأرضية بجمهورية مصر العربية ، وزارة الزراعة واستصلاح الأراضى ، الجهاز التنفيذى للمشروع الصحراوية .
- ٢١- غلاب، محمد السيد والجوهري، يسرى (١٩٦٨): الجغرافيا التاريخية ، عصر ما قبل التاريخ وفجره ، الطبعة الأولى ، الانجلو المصرية.
- ٢٢- غيطان، أحمد ماهر (١٩٩٥): مشروع توشكا ، علوم المياه ، المركز القومى لبحوث المياه ، العدد الثامن عشر ، اكتوبر ، ص ص ١٨-٢٣.
- ٢٣- المؤسسة المصرية العامة لتعمير الصحارى (١٩٦٨): الوادى الجديد : تحليل ودراسات ، الادارة العامة للتخطيط والمتابعة ، ابريل ، غير منشور.
- ٢٤- مجلس الوزراء (١٩٩٧): مصر والقرن الحادى والعشرون ، كتاب الأهرام الاقتصادية ، العدد ١١٤ ، يوليو ١٩٩٧.
- ٢٥- مصطفى، أحمد أحمد (١٩٨٢): حوض وادى حنيفة بالمملكة العربية السعودية، دراسة جيومورفولوجية ، رسالة دكتوراه ، كلية الآداب ، جامعة الاسكندرية، غير منشورة .
- ٢٦- معهد بحوث الأراضى والمياه والبيئة (١٩٩٧): تقرير عن الحصر التصنيفى لأراضى جنوب الوادى ، وزارة الزراعة واستصلاح الأراضى ، مركز البحوث الزراعية ، فبراير ، غير منشور.
- ٢٧- لاهى، فريدريك هـ (١٩٦١): جيولوجيا الحقل ، ترجمة فتح الله عوض وآخرون ، دار النهضة العربية ، القاهرة .
- ٢٨- يوسف، أحمد فوزى (١٩٨٧): البيدولوجى : نشأة ومورفولوجيا وتقسيم الأراضى، عمادة شئون المكتبات ، جامعة الملك سعود ، الرياض .

ثالثاً : المراجع الأجنبية :

1. Awad, K.W. & El Sorady, Abdel R.I. (1987): Report on Geophysical Studies for Ground Water At ABU Simbil-Tushka Area. (South Western Desert), the Ministry of Petroleum and Mineral Resources, the Egyptian Geological Surey, and Mining Authority, Oct., p. 41.
2. Barrett, Y. et al., (1980): "The Shape of Rock Particles, a Critical Review". *Sedimentology*, Vol. 27, pp. 291-303.
3. Beaumont, P., (1972): "Alluvial Fans Along the Foothills of the Elburz Mountains. Iran", *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Paleocology*, Vol. 12, pp. 251-272.
4. Blackwelder, E., (1975): "The Lowering of playas by Deflation", in : J.T. Neal, Ed., *Playas & Dried Lakes, Occurrence and Development*, Bowen, Halsted Press Stroudsburg. Pennsylvania, pp. 297-301.
5. Bloom, A.L., (1979): *Geomorphology: A Systematic Analysis of Late Cenozoic Landforms*, Prentice-Hall of India, New Delhi.
6. Clarke, J.I., (1966): "Morphometry from Maps", in : G.H. Dury, ed., *Essays in Geomorphology*, Heinemann, London, pp. 235-274.
7. Cooke, R., (1970): "Stone Pavements in Deserts", *Ann. of the Assoc. of Am. Geogr.*, Vol. 60, pp. 560-577.
8. Cooke, R.U. & Dornkamp, J.C. (1974): *Geomorphology in Environmental Management: An Introduction*, Clarendon Press, Oxford, London.
9. Cooke, R.U. & Warren A., (1973): *Geomorphology in Deserts*, B.T. Batsford LTD, London.
10. Crowe, S., (1979): "Forestry and Land Use", in : Derek Lovejoy (ed.) *Land use and Landscape Planning*, Second edition, Leonard Hill, Bishopbriggs, Glaogow.
11. Dales, J.T. & Pewe T.L., (1979): "Origin and Rate of Desert Pavement Formation: A progress Report", *J. Arizona Ac. Sci.*, Vol. 14, p. 84.
12. El-Demerdash, S et al., (1978): "Geomorphology, Genesis and Formation of Tushka and Dakka Soils Lake Nasser Region". *Desert Inst. Bull.*, A.R.E., Vol. 28, No 2, pp. 289-399.
13. Embabi, N.S (1982): "Barchans of the Kharga Depression", in: El Baz, F. & Maxwell (eds), *Desrt Landforms of Southwest Egypt, A Basis for Comparison with Mars*, NASA, Washington D.C , pp 141-157.
14. Evans, L.Y. (1978) "Quantification and Pedological processes", in. W.C. Mahaney, ed , *Quaternary Soils*, University of East Anglia, Norwich, England, pp. 361-378

15. Geofizika Co., Zagreb - yugoslavia (1966): Regional Geological and Geophysical Explorations and Topographic Mapping of South Kharga and Tushka Area. New Valley Project, Egypt, Final Report, Vol. 1, Geology and Geophysics, E.G.D.D.O., Cairo, p. 84.
16. Giusti E.V. & Schneider, W.J (1965): The Distribution of Branches in River Networks, Geol. Survey Professional Paper No 422 - G, U.S.A., Washington, pp. 1-10.
17. Gregory, R.J. (1977): "Stream Network Volum: An Index of Channel Morphometry", Geol. Soc. of Am. Bull. vol., 88, August, pp. 1075-1080.
18. Issawi, B. & El Hinnawi M. (1982): Kharga Oasis; A case Study Impact of Some Environmental Factors on Development, Remote Sensing Center, A Cademy of Scientific Research and Technology, Cairo, Egypt. February, 30 p.
19. Kugler H. et al., (1978): "Maps of Geomorphological Regions", in: Demek, J. & Embleton, C., eds., Guide to Medium - Scale Geomorphological Mapping, E. Schweizerbartshe Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, pp. 248-255.
20. Langbein, W.B. & Schumm, S.A. (1982): "Yield of Sediment in Relation to mean Annual Precipitation", in: jonathan B. Labronne, & M. Paul Mosley, eds., Erosion and Sediment Yield, hutchinson Ross Publishing Company, Stroudsburg, Penasylvania, pp. 181-189.
21. Leopold, L.b. et al. (1964): Fluvial Processes in Geomorphology, W.H. Freeman and Company, S. San Francisco.
22. Mabbutt. J.A. (1977): Desert Landforms: An Introduction to Systematic Geomorphology, Vol. 2, the MIT Press, Cambridge, massachusetts.
23. Melton, M.A. (1958): "Geometric Properties of Mature Drainage Systems and Their Representation in An E4 Phase Space", J. Geol., Vol. 66, No. 1, pp. 35-56.
24. Metcorological Authority, Climatological normals for the Arab Republic of Egypt up to 1975, Ministry of Civil Aviation, Cairo.
25. Moore, W.G. (1968). A Dictionary of Geography, Penguin Books, 4 ed., hazell Watson & Viney LTD, Eylesbury, Bucks, Great Britain.
26. Masley, M.P. & parker, R.S. (1973): "Re-evaluation of the Relationship of Master Streams and Drainage Basins: Discussion", Geol. Soc. Am. Bull., V. 84, pp. 3123-3126.
27. Neal, J T. (1975): Playas & Dried Lakes, Occurrence and Development, Bowen, halsted Press. Stroudsburg, Pennsylvania, pp. 1-8.
28. Neal, J T. (1975). "Playa Suface Features and Indicators of Environment", in: James T. Neal. ed., Playas and Dried Lakes, Occurrence and Development, bowen, Halsted Press, Stroudsburg, pennsylvania, pp. 363-388.

29. Neal, Y.T. & Motts W.S. (1967): "Recent Geomorphic Changes in Playas of Western United States", The jour. of Geol., Vol. 75 Number 5, pp. 511-525.
30. Neal, J.T. et al. (1968): "Gaint Desiccation Polygons of Great Basin Playas", Geol. Soc. of Amer. Bull., Vol. 79, January, p.p 69-90.
31. Ollier, C.D. (1978): "Terrain Classification: Methods, applications and Principles", in: John R. hails. Applied geomorphology, Elsevier Scientific Publishing company, Oxford.
32. Petts, G.E. (1983): Rivers: Sources and Methods in Geography, Butterworths, London.
33. Reeves, C.C. Jr. (1975): "Pluvial Lake Basins of West Texas", in: I.T. Neal ed., Playas & Dried Lakes, Occurrence and Development, Bowen, Halsted Press, Stroudsburg, Pennsylvania, pp. 150-173.
34. Riad S. et al., (1987): "Basement map of Aswan - Tushka Area Western Desert, A.R.E.", Bull. Fac. Sci. Qena (Egypt) 1(1). pp 111-119.
35. Riad S. et al., (1987): "Magnetic Trends and Basement Tectonics in Aswan - Tauska Area. Western Desert. A.R.E", Bull. Fac. Sci. Qena (Egypt), Vol. 1, pp. 121-142.
36. El-Shazly, E M., et al. (1977): Geology and Groundwater conditions of Tushka Basun Area, Egypt, Utilizing Landsat Satellite Images, Remonte Sensing Center, A Cademy of Scientific Research and Technology, April, 74 p.
37. Shreve L. (1966): "Statistical Law of Stream Numbers", J. Geol. Vol. 74, pp. 17-37.
38. Small R.J. (1978): The study of landforms, A Textbook of geomorphology, 2ed., Cambridge University Press, Cambridge, London.
39. Snyder, C.T. (1975): "A Hydrologic Classification of Valeys in The Great Basin, Western United States", In: J.T. Neal, ed. Playas & Dried Lakes Occurrence and Development, Bowen, Halsted Press, Stroudsburg, Pennsylvania, pp. 113-119.
40. Strahler N.A. (1972): "Equilibrium Theory of Erosional Slopes Approaches by Frequency Distribution analysis", In: Stanley a. Schumm ed., River Morphology, Benchmark papers in Geology, Dowden, Hutchinson & Ross, Inc., Stoudsburg, pennsylvania, pp. 230-233.
41. Strahler N.A. (1968). Introduction to Physical Geography, New York.
42. Survey of Egypt, Sheets Adidan (1944), Tushka (1944), kurusku (1943), El Diwan (1944), Seiyala (1944), El Allaqi (1944), Kalabsha (1943), Aswan (1940), Scal 1: 100000 & Tushka 1947, Scal 1: 25000.
43. Tamer, M A et al. (1987) "Inter - Relationship Between the High Dam Reservior and the Groundwater in its Vicinity", Aswan Sc. Tech Bull, Vol 8, pp 369-394

44. Tandy, R.V.C. (1979): "Industrial Land Use and Dereliction", In: Derek Lovejoy (ed.), *Land Use and Landscape Planning*, Second edition, Leonard Hill, Bishopbriggs, Glasgow.
45. Twidale C.R. & Wapfner, H.K. (1981): "Eolian Landforms of Central Australia, A discussion", *Z. Geomorphology*, Vol. 25, No. 3, September, pp. 353-358.
46. Verstappen, H. Thr. (1983): *Applied Geomorphology*, Elsevier, New York.
47. Ward, A.W. (1979): "Yardangs on Mars; Evidence of Recent Wind Erosion", *Jour. of Geophysical Research*, Vol. 84, No. B 14, December.
48. Ward, A.W. & Greeley, R. (1984): "Evolution of the yardangs at Rogers lake, California", *Geol. Soc. of Am. Bull.*, Vol. 95, pp. 829-837.
49. Wolman, M.G. & Miller, J.P. (1982): "Magnitude and Frequency of Forces in Geomorphic Processes", In: Jonathan B. Laronne & M. Paul Mosley, eds., *Erosion and Sediment Yield*, Hutchinson Ross Publishing Company, Stroudsburg, Pennsylvania, pp. 13-33.
50. Young, A. (1972): *Slopes*, Oliver & Boyd, Edinburgh.

Tushka depression is, nevertheless, the most economically promising part of the area under consideration. Thus special emphasis is given to its morphology and development. Covering some 26.87% of total area of Tushka (13140 Km²), Tushka depression is located almost in its very center. Its most prominent geomorphic features include: scrapes, hammocky hills, bolsons, pediplains, sand dunes etc. and all the other morphological features dominant in the south eastern extremity of the western desert of Egypt. The network of dry wades in Tushka depression is characterized by very low density and frequency as shown in the bifurcation ratio which ranges between 3 to 7.

Khor Tushka is the second most significant geomorphic feature, with a total length of approximately 930 Km forming one of the old trunk dry valleys which debauch in the Nubian reach of the Nile of upper Egypt. The formation of lake Nasser following the construction of the High Dam have converted it to an arm extension of lake Nasser. However the longitudinal profiles of it's tributaries are generally still concave denoting fluvial erosion, whilst the trunk valley of Khor Tushka is present-still witnessing large scale deposition.

The main channel of Khor Tushka belongs to the sixth order according to Strahler's method with a bifurcation ratio of 4.8. The analysis has shown a low drainage density (1.36 Km/Km²) which is attributed to the controlling influence of exposed igneous formation.

After the complete filling of lake Nasser, Tushka canal was drilled as a spillway conducting the surplus water from lake Nasser to Tushka depression during high inundations with a total length of 22 Km (the volume of water drained to the depression in 1998 was 4784 m.m³).

The huge development project of Tushka is confined to eastern part of Tushka depression where pedo-geological studies have indicated its suitability for agricultural development. The total arable area which could be put under the plough is estimated to be 0.87 million feddans. Priority is given to some 540000 feddans which may lead to the emergence of 27 new agricultural agglomerations. This entails digging some 67 kilometers irrigation canal taken from a huge hydro-electric pumping station on the western bank of lake Nasser.

* * *

(II)

THE GEOMORPHOLOGY OF TUSHKA AND DEVELOPMENT POTENTIALITIES

Tushka area is located in the south eastern part of the western desert of Egypt covering an area of about 49000 km². The area under consideration is situated between latitudes 22° - 24° N. and longitudes 29° 30' 33E.

The two prominent geomorphological features in the study area are Tushka depression and Khor Tushka. Their areas are 13140 and 680 Km² respectively. Khor Tushka represents an arm extending from lake Nasser whilst Tushka depression is considered one of the typical depressions of the western desert of Egypt.

Structurally; the investigated area was affected by two uplifting movements which culminated in the in the formation of NE - SW two anticlines and one syncline in between. A number of faults dissect the area with N-S, E-W and NE - SW trends.

The most significant geomorphic processes which have contributed to moulding the earth's surface in the area under consideration are : mechanical and chemical weathering (the former is the most dominant), eolian and fluvial erosion. Wind action, however, is the main process behind landscape interpretation testimonial to that, eolian deposition reaches 218800 ton/year, whereas fluvial transported materials are only confined to the peripheries of lake Nasser along the eastern part of the area under review, with a total volume of approximately 1361000 ton/year.

Degradational landforms in Tushka area such as: dry valleys, bolsons, inslbergs and pediplains are widely distributed. Most of these features have been accurately located and mapped as depicted in the geomorphic map of Tushka. Aggradational landforms such as alluvial fans, playas, sands sheets and dune formation where also taken into account.

**THE GEOMORPHOLOGY OF TUSHKA
AND
DEVELOPMENT POTENTIALITIES**

Gouda F. Altorkomani

Faculty of Arts - Cairo University

1999

GEOGRAPHICAL RESEARCH SERIES

An Occasional Publication of Recent Egyptian Contributions in the Field of Geographical Research

The primary aim of this new series of publications is to foster and encourage current researches carried out by professional Egyptian geographers. It also contributes to familiarizing relevant institutions in other parts of the world with the ongoing research activities sponsored by the Egyptian Geographical Society. To this end particularly, contributions based on original field investigations and the stimulation of topics on the methodological nature of geography and those stressing on the utilitarian and applied horizons of geography- are invited. This new series will also facilitate direct access of the Arab geographical audience to the achievement of Egyptian geographers; an objective which will ultimately lead to a closer and more fruitful scientific cooperation between Arab Geographers. The Geographical research series will also encourage the publication of condensed abstracts and summaries of M.A. and Ph.D. dissertations ratified by Egyptian and Arab Universities.

The Egyptian Geographical Society hopes that this new publication will attract valuable contributions from both the Arab and international geographical communities.

BOARD OF DIRECTORS

- Prof. M. S. Abulezz	(President)
- Prof. M. S. Abdel Hakeem	(Vice-President)
- Prof. Youssef A. Fayed	(General Secretary)
- Dr. M. A. El-Shehawy	(Treasurer)
- Prof. Soliman Huzayyin	
- Prof. Nabil S. Embabi	
- Prof. Ahmed Ismail	
- Prof. Fathy M. Abu-Aianah	
- Prof. El-Sayed El-Husseini	
- Prof. M. A. El-Sharnouby	
- Prof. Mohamed Hegazi	
- Prof. Amal I. Shower	
- Prof. Khamis Al-Zoaka	
- Prof. El-Saeed Al-Badawi	
- Prof. Salah Abdel Gaber	

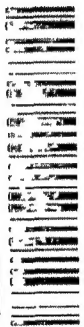
**THE EGYPTIAN
GEOGRAPHICAL SOCIETY**



**THE GEOMORPHOLOGY
OF TUSHKA
AND DEVELOPMENT POTENTIALITIES**



Bibliothèque Alexandrina



0348360

GEOGRAPHICAL RESEARCH SERIES

1999

No. 4